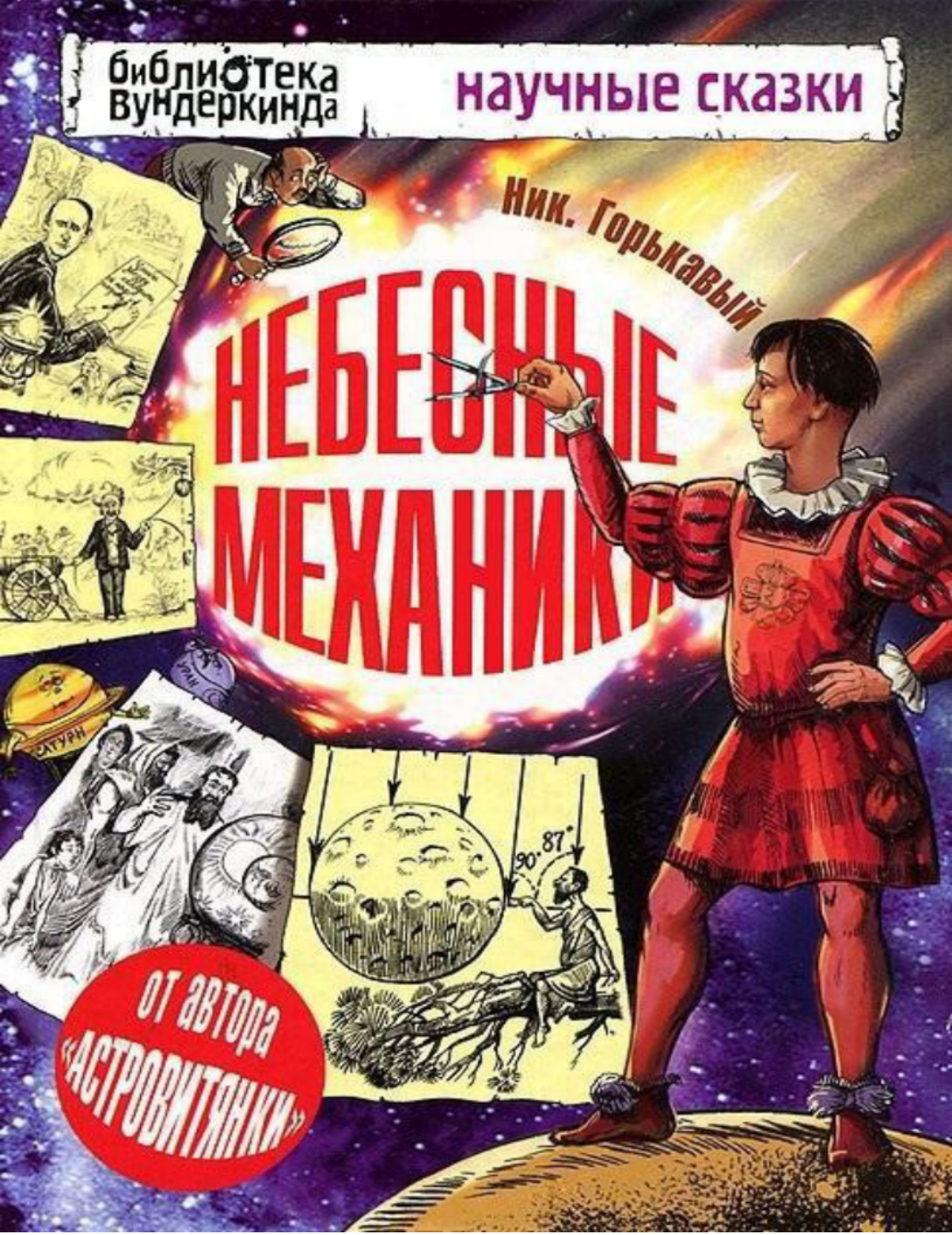

библиотека вундеркинда
научные сказки
Ник. Горькавый
НЕБЕСНЫЕ МЕХАНИКИ
Сатурн
90° 87°
от автора «Астровитянки»

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Сказки - это всегда про Василис Прекрасных и Кощеев Бессмертных? А вот и нет! Перед вами - новая книга очень необычных "научных сказок", основанных на реальных событиях. Юный читатель узнает: - о Птолемее, который спрятал Землю в хрустальный шар; - о Копернике, остановившем Солнце и сдвинувшем Землю; - о Слайфере, открывшем, что галактики разбегаются от нас в разные стороны, и о других сказочно увлекательных историях из жизни ученых и изобретателей, которые изучают просторы Вселенной.

- Ник. Горькавый
  -
  - Предисловие
  - Сказка об астрономе Птолемее, который спрятал Землю в хрустальный шар
  - Сказка о смелой Гипатии и сожжённой Александрийской библиотеке
  - Сказка о волшебном сундучке кардинала Виссариона, вундеркинде Регионтане и хитроумном Колумбе
  - Сказка о священнике-еретике Копернике, остановившем Солнце и сдвинувшем Землю
  - Сказка об аристократе Тихо Браге с золотым носом и стальной астролябией
  - Сказка о бедняке Кеплере и эллипсе из немецкой сосиски
  - Сказка о заключённом Галилее и физическом принципе вагона-ресторана
  - Сказка о фермере, открывшем во время чумы законы неба
  - Сказка о том, как астрономы и часовщики спасали моряков
  - Сказка о музыканте Гершеле, который расширил космос вдвое
  - Сказка об Адамсе и Леверье, поймавших Нептун на математический крючок
  - Сказка о том, как русские, немцы и американцы мечтали о ракете
  - Сказка о небесных механиках, заставивших планеты играть в футбол
  - Сказка о скромном Слайфере, который открыл разбегание Вселенной

- Сказка о Королевстве Кривых Пространств и дневных звёздах
- Сказка о мирном рыцаре Эддингтоне, узнавшем главную тайну звёзд
- Сказка о метеорологе Фридмане, выигравшем спор с великим Эйнштейном
- Фото с вкладки

Ник. Горькавый
Небесные механики

Посвящается астрономам и другим настоящим небожителям

Автор благодарит учёных, чья помощь была неоценимой в доведении сказок *до ума.*

Научные консультанты:

Дмитрий Дмитриевич **Беляев**, кандидат исторических наук;

Андрей Вилхович **Каява**, кандидат биологических наук;

Антон Иванович **Первушин**, историк космонавтики, писатель, магистр технических наук;

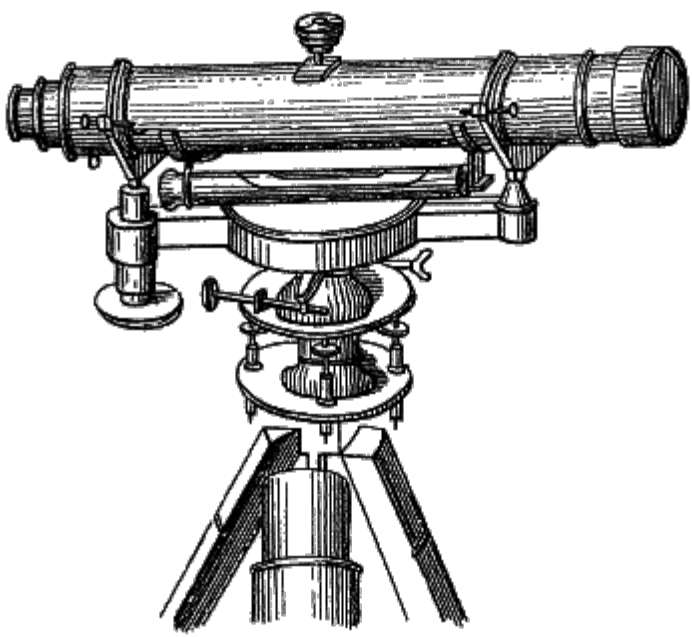
Александр Сергеевич **Сигеев**, кандидат химических наук;

Владислав Вячеславович **Сыщенко**, доктор физико-математических наук;

Татьяна Александровна **Тайдакова**, астроном, кандидат физико-математических наук;

Дмитрий Евгеньевич **Филиппов**, историк, кандидат педагогических наук;

Евгений Леонидович **Ченцов**, астроном, доктор физико-математических наук.



Предисловие

Не все сказки толкуют о волшебниках, принцессах и драконах. Перед вами книга очень необычных современных научных сказок – не про выдуманные, а про реальные подвиги знаменитых астрономов и конструкторов ракет.

Впрочем, в книге есть принцесса Дзинтара и королева Никки, которые с удовольствием рассказывают эти научные истории детям.

Принцесса и королева, любящие рассказы о науке? Они что – с луны свалились? Вообще говоря – да, с Луны. Кратко тут не ответишь, тут стоит прочитать книгу «Астровитянка», в которой описываются приключения Никки, необычной девочки с астероида, и её друзей-«лунатиков».

«100 научных сказок» – так в «Астровитянке» назывался сборник самых невероятных и самых правдивых сказок на свете.

Первая книга из шестнадцати таких сказок – «Звёздный витамин» – была опубликована в январе 2012 года и вызвала большой интерес у детей и родителей.

Вторая книга, которую вы держите в руках, содержит семнадцать историй, повествующих о трёх тысячах лет развития астрономии.

Звучит как название научного труда? А читается как сказка!

Сказка об астрономе Птолемее, который спрятал Землю в хрустальный шар

Небо было великолепное – ясное, звёздное. Полная Луна сияла ярче любого ночника в детской спальне.

Младшая Галатея, уже лежавшая в кровати, удивилась:

– Вчера Луна в это время была в центре окна. А сегодня она гораздо ниже и, кажется, стала круглее!

Старший Андрей согласился:

– Верно, а вот планету Марс я вижу в том же углу окна, что и вчера.

Королева Никки покосилась на принцессу Дзинтару, сидящую в соседнем кресле, и сказала:

– Раз вы уже такие умные и наблюдательные, то настала пора астрономических сказок. Сказок без волшебства не бывает. В научных сказках тоже есть настоящие волшебники. Как назвать человека, который по длине своей тени определяет размер всей Земли? А человека, который с помощью двух соединённых дощечек может узнать, насколько Солнце больше нашей планеты?

– По длине своей тени найти размер всей Земли? Это невозможно! – воскликнула Галатея.

Никки усмехнулась, поудобнее устроилась в кресле и заговорила негромким, чуть ироничным голосом:

– И до вас на Земле случались сообразительные люди, которые замечали, что наш спутник – Луна – каждую ночь светит из нового места неба, то есть смещается не так как звёзды. Планета Марс тоже плывёт по небу, но только гораздо медленнее. Древние люди стали выделять на небе «неизменные» созвездия (на самом деле они меняются, но еле заметно) – и пять путешествующих по небу планет – Марс, Венеру, Меркурий, Юпитер и Сатурн. Знаете, почему в неделе семь дней?

– Нет! – хором ответили дети.

– Мы унаследовали от египтян обычай разбивать день на двадцать четыре часа, а от вавилонян, которые жили в Междуречье, в долине между реками Тигр и Евфрат, взяли привычку делить час на шестьдесят кусочков-минут, а минуту – на шестьдесят крошечных секунд.

Традицию жить по семидневной неделе мы тоже заимствовали у вавилонян, которые каждый из дней недели посвящали одному из беспокойных светил. В неделе семь дней,

потому что по небосводу движутся **пять**планет плюс **Солнце**и **Луна**.

– Вот почему у людей пять «тёмных» рабочих дней и два «светлых» выходных! – догадалась Галатея.

– Интересная мысль, – улыбнулась королева. – Но день Солнца – это воскресенье, а день Луны – понедельник.

Во многих европейских языках до сих пор дни недели называются в соответствии с именами античных богов: вторник соответствует Марсу, среда – Меркурию, четверг – Юпитеру, пятница – Венере, суббота – Сатурну.

– Точно! – закричал Андрей. – Суббота по-английски «сатур-дей»! Воскресенье – день Солнца – «сан-дей», а понедельник и в самом деле лунный день: «мун-дей».

Дзинтара поморщилась, услышав произношение Андрея, а Никки кивнула и добавила:

– Видимые планеты ползут по небу с разной скоростью. Самая медленная из них – Сатурн – описывает полный круг по небу за двадцать девять лет. Солнце проходит полный круг по звёздному небу за год, а Луна гораздо быстрее – за месяц.

– Никки, но ведь Солнце двигается по небу очень быстро! – возразила Галатея. – Оно восходит на востоке утром и заходит на западе уже вечером.

Королева вздохнула:

– Гала, ты затронула вопрос, над которым тысячи лет ломали голову самые знаменитые мудрецы. Движется ли Солнце по небу со скоростью один оборот в сутки или нам это только кажется из-за вращения Земли?

Никки задумалась на секунду.

– Помнишь, как ты сегодня каталась на карусели? Ты сидела на лошадке, а что делали мы с твоей мамой?

– Всё вокруг меня кружилось! И вы тоже! – радостно засмеялась Галатея.

– И ты всё время видела, как мы очень быстро то появляемся, то исчезаем.

– Да!

– Мудрейший Платон считал, что наша Земля вращается как карусель, а звёзды и Солнце – неподвижны. Не менее мудрый Аристотель, наоборот, полагал, что Земля – неподвижный шар, а прочнейшая хрустальная сфера, к которой прикреплены звёзды, стремительно крутится вокруг нас, как невероятных размеров карусель.

– Никки, разве могут два очень умных человека придерживаться противоположных мнений? – удивилась Галатея.

– Ещё как могут! – рассмеялась королева. – Сегодня мы уже

знаем, что Платон был прав – Земля действительно быстро вращается вокруг своей оси, которая «протыкает» Землю с Южного по Северный полюс и «глядит» на Полярную звезду. Сутки уходят на то, чтобы вальсирующая Земля сделала один оборот. Мы стоим на её поверхности и не замечаем этого вращения. Нам кажется, что Земля неподвижна, а Луна и Солнце, планеты и звёзды – кружатся вокруг нас. Но если остановить вращение Земли, то станет понятно, что Солнце и Луна движутся по небу гораздо медленнее, чем нам кажется. Когда твоя карусель затормозила, то ты увидела, что мы с твоей мамой не бегаем, как сумасшедшие, а не спеша гуляем.

Раньше других народов регулярным наблюдением за звёздами занялись древние вавилоняне. Они веками записывали даты лунных и солнечных затмений, выдавливая острой палочкой клинописные знаки на табличках из сырой глины. Потом такие таблички обжигали на огне, и они становились очень прочными. Вавилоняне определили, что период между лунными затмениями…

– Это когда Луна заходит в тень от Земли? – вклинился в рассказ Андрей. Никки кивнула:

– …период между лунными затмениями составляет 18 лет и 11 дней, что позволило им предсказывать такие затмения.

Солнечные затмения предсказывать гораздо сложнее, но Фалес Милетский, живший в седьмом веке до нашей эры, первым из греков предсказал время загораживания Солнца Луной. В то время лидийцы и мидяне вели жестокую многолетнюю войну. Подчиняясь расчётам Фалеса, 28 мая 585 года до нашей эры Солнце средь бела дня исчезло с небосклона, оставив вместо себя чёрное пятно с огненной короной, похожей на волосы

разгневанной богини. Воюющие лидийцы и мидяне так испугались этого зрелища, что немедленно заключили мир.

– И правильно сделали! – поддержал Андрей внезапное миролюбие древних.

– Многие науки тогда только зарождались. Люди не знали ни алгебры, ни геометрии.

Андрей тихонько вздохнул. Он уже приступил в школе к этим наукам и находил их… ммм… скучноватыми.

Дзинтара услышала вздох сына и сокрушённо покачала головой, а Никки сказала:

– Нет алгебры и геометрии – значит, нет удобных домов, нет быстрых самолётов и космических кораблей. Три тысячи лет назад люди начали учиться измерять углы и находить закономерности в природе. Фалес стал первым учёным, который понял, что исследовать мир и доказывать истину нужно с помощью математики. Фалес привёл в восторг египетского фараона тем, что измерил высоту огромной пирамиды с помощью простой палки.

– А как он это сделал? – заинтересовалась Галатея.

– В солнечный день Фалес дождался часа, когда длина тени человека стала равна его росту. В этот момент мудрец отметил самую дальнюю точку тени пирамиды и сказал фараону: «Высота пирамиды равна расстоянию от центра пирамиды до конца тени. Теперь эту высоту можно измерить по земле просто шагами».

– Зачем же Фалесу была нужна палка? – спросил Андрей. – Чтобы с её помощью определить расстояние?

– Нет, просто именно эту палку первый математик мира воткнул в конец тени!

Галатея засмеялась, а королева продолжала:

– Другой учёный, Аристарх Самосский, доказал, что Солнце гораздо больше Земли и во много раз дальше от нас, чем Луна.

– Как же он это сумел доказать? – спросил Андрей.

– Аристарх понимал, что Земля, Луна и Солнце обычно – когда нет затмений – образуют треугольник. Измерив углы этого треугольника, можно найти соотношение его сторон. Но как это сделать, если углы такого космического треугольника всё время меняются? Аристарх дождался времени, когда на небе Луна стала половинкой круга. Это означало, что Солнце осветило Луну сбоку, и угол между солнечными лучами, которые падают на Луну, и линией Луна – Земля стал равен девяноста градусам, или углу, который образует угол квадрата или комнаты.

– Значит, когда взрослые говорят нашалившему ребёнку: «Иди в угол!» – то они говорят неправильно, на самом деле нужно говорить: «Иди в прямой угол!» – пошутил Андрей.

Никки улыбнулась и продолжила:

– Таким образом, Аристарх нашёл угол между линиями Луна – Солнце и Луна – Земля. Как определить другие углы? Доказано, что сумма внутренних углов в любом треугольнике равна 180 градусам, или половинке круга. Значит, сумма двух оставшихся неизвестных углов треугольника Луна – Солнце – Земля тоже равна 90 градусам. Если бы Солнце находилось от Луны на таком же расстоянии, как и Луна от Земли, то каждый из неизвестных углов был бы равен сорока пяти градусам – на такой угол Солнце и отстояло бы от Луны-половинки, с точки зрения земного астронома. Если Солнце было бы бесконечно далеко от Луны, то видимый угол между Луной и Солнцем достиг бы девяноста градусов.

Когда Аристарх измерил на небе угол между Солнцем и половинкой Луны, то получил величину в восемьдесят семь градусов и понял, что Солнце гораздо дальше от Луны, чем Луна от Земли, а последний неизвестный угол в треугольнике Луна – Солнце – Земля равен всего трём градусам. Аристарх нарисовал прямоугольный треугольник с углами в три и восемьдесят семь градусов и измерил, что расстояние между Солнцем и Луной *в девятнадцать раз*больше расстояния от Земли до Луны. Но Аристарх неточно измерил угол между Луной и Солнцем, который на самом деле всего на $^{1}/_{6}$градуса меньше прямого угла в девяносто градусов, – и недооценил расстояние до Солнца в двадцать раз.

– Мы обязательно должны сами измерить угол между Солнцем и Луной тогда, когда видна только половинка Луны! – оживилась Галатея.

– Хорошо, – спокойно согласилась принцесса. – Я попрошу разыскать какой-нибудь угломерный инструмент.

– Лучше самим его сделать! – предложил Андрей.

– Сделаем, – кивнула Дзинтара, а Никки продолжала:

– Аристарх неточно, но всё-таки сумел впервые оценить расстояния до Луны и Солнца.

После чего он стал рассуждать: видимые размеры Солнца и Луны примерно одинаковы, но это означает, что Солнце не только в девятнадцать раз дальше Луны, но в девятнадцать раз *больше*неё! При лунном затмении, наблюдая прохождение тени Земли по диску Луны, Аристарх оценил – по кривизне земной тени, – что Луна в три раза меньше Земли, а это значит, что Солнце превосходит Землю по размеру больше, чем в шесть раз! Солнце больше Земли – это было грандиозное открытие! До Аристарха верхом научной смелости было считать Солнце размером с… Грецию.

За свои труды Аристарх прослыл большим мудрецом, но не стал успокаиваться на достигнутом. Он размышлял дальше: Аристотель считал, что Солнце вращается вокруг Земли, но не логичнее было бы предположить, что это маленькая Земля вращается вокруг большого Солнца?

Вот эту гениальную идею Аристарха люди уже не смогли принять. За неслыханную ересь разгневанные жители изгнали астронома из города.

– Он оказался слишком умён, – философски заметил Андрей. – И как это древним учёным удавалось делать такие удивительные открытия практически без всяких инструментов?

– Учёные всегда были наблюдательными людьми. Эратосфен, глава Александрийской библиотеки, сумел первым из людей определить размер Земли.

– Как он это сделал? Измерил шагами? – усмехнулась Галатея.

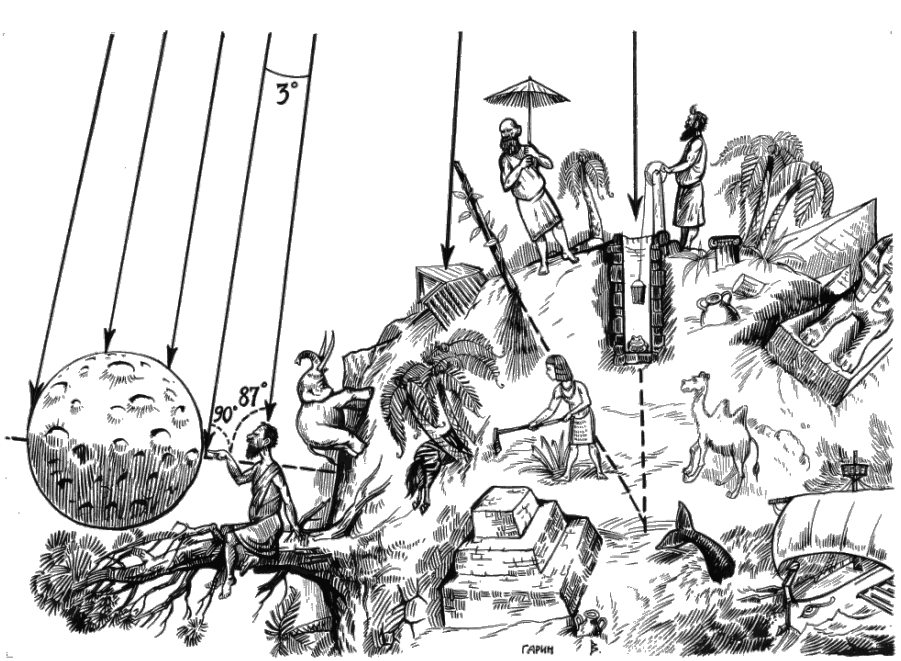
– В какой-то степени – да, – улыбнулась в ответ Никки, – но больше всего ему помогло измерение длины тени.

– По длине собственной тени Эратосфен нашёл размер всей Земли? – поразилась Галатея. Никки кивнула:

– Эратосфен жил на севере Египта, в городе Александрия, и знал, что на юге Египта есть город Сиена с интересной особенностью: в середине лета, в полдень, солнце освещает вертикальными лучами дно самых глубоких колодцев Сиены, – то есть солнце в полдень этого замечательного дня висит *прямо над городом*. Эратосфен дождался такого времени и измерил длину своей «александрийской» тени – она оказалась в восемь раз короче, чем сам Эратосфен. Согласно геометрии, длина окружности в 6,3 раза больше её радиуса. Значит, отклонение солнечных лучей от вертикали в Александрии составило в долях окружности одну восьмую, делённую на 6,3, или, примерно, одну пятидесятую долю окружности.

Дальше Эратосфен рассуждал так: Земля – шар, который освещается потоком почти параллельных лучей от очень далёкого Солнца. Сегодня Солнце висит вертикально над городом Сиена, а в Александрии его лучи отклоняются от вертикали на *одну пятидесятую* долю окружности. Но ведь солнечные лучи практически параллельны, значит, это не солнечные лучи отклонились от вертикали, а вертикаль к поверхности Земли в Александрии отклонилась от солнечных лучей на одну пятидесятую долю окружности. Другими словами, одна пятидесятая – это угол между вертикалями Сиены и Александрии – вертикалями, которые идут из центра Земли до её поверхности. Расстояние по земной поверхности между Сиеной и Александрией

Эратосфен знал – его определили шагами египетские землемеры – гарпеданапты. Он умножил это расстояние на пятьдесят и определил, что окружность Земли близка к сорока тысячам километров. По тем временам это был очень точный результат!



Тут Никки заметила, что Галатея уже крепко спит. Тогда она понизила голос, обращаясь только к Андрею:

– Первую в истории математическую картину неба и мира сумел создать великий астроном Птолемей, который жил в Александрии во втором веке нашей эры. Он систематизировал результаты и идеи Аристотеля, Гиппарха и других греческих и вавилонских мыслителей, а также сам занимался астрономическими наблюдениями.

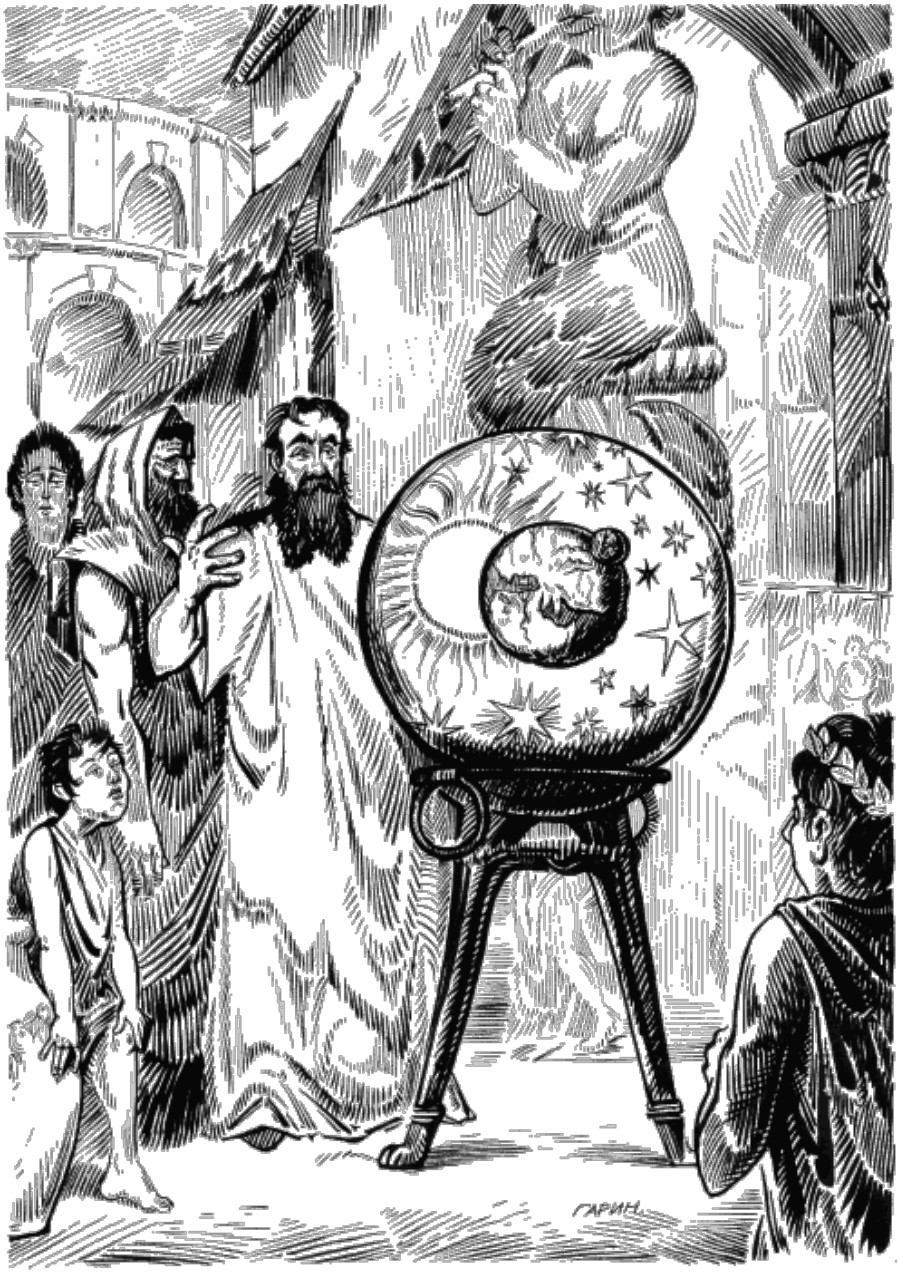
Птолемей был последователем Аристотеля. В тринадцатитомном сочинении, известном под названием «Альмагест», он изложил математическую модель геоцентрического мироздания, центром которого является Земля, или, по-гречески, Гея.

Согласно Птолемею, неподвижная Земля заключена во вращающийся хрустальный шар, к которому прикреплены Солнце и планеты. Эта система получила название птолемеевой, а «Альмагест» надолго остался высочайшим достижением древней астрономии.

Птолемеева модель мира неплохо предсказывала движения планет, Солнца и Луны на ближайшие десятилетия, хотя и была

неправильна по сути: Земля не покоится в центре мира, Солнце вовсе не кружится около Земли, а звёзды не прикреплены к прочному хрустальному шару, который стремительно вращается вокруг нас.

Модель Птолемея оставалась незыблемой почти полтора тысячелетия. Кто сумел разбить хрустальное небо древних астрономов и кто сдвинул с места неподвижную Землю – об этом я расскажу в другой раз.



Тут и у Андрея глаза закрылись, и он крепко заснул.

Дзинтара негромко сказала:

– Спасибо, Никки, твои сказки всегда хороши, хотя, на мой взгляд, сложноваты.

– Ничего, у тебя умные дети, они поймут. Я уверена, что дети и взрослые должны думать о звёздах и о Вселенной, иначе их жизнь потеряет какой-то важный смысл. Если не думать о небе,

которое смотрит на нас, то наступает звёздный авитаминоз души, она темнеет и упрощается.

Никки встала с кресла:

– Как насчёт чаю для пересохшего горла?

– Конечно, у меня есть изумительный чай с крымским чабрецом.

Обе женщины вышли из тихой комнаты, в которой остались только Луна, звёзды и дети.

Примечания для любопытных

Названия семи дней недели во многих языках отражают название пяти видимых планет, а также Луны и Солнца. Конечно, каждой планете полагался свой бог (или наоборот).

Во французском языке, как и в других языках латинского происхождения, пять дней недели имеют прямое отношение к Луне и четырём планетам:

Lundi(понедельник) – день Луны, **Mardi**(вторник) – день Марса, **Mercredi**(среда) – день Меркурия, **Jeudi**(четверг) – день Юпитера, **Venredi**(пятница) – день Венеры.

В английском языке названия всех дней недели имеют астрономическое происхождение, хотя и часто сильно измененное.

Monday(понедельник) – день (day) Луны (Moon).

Tuesday(вторник) – день планеты Марс и бога Марса в Средние века превратился в день Тиу (Tiw или Tyr), бога войны в старогерманском языке.

Wednesday(среда) – день Меркурия в Средние века стал днём Водена (Woden), или Одина (Odin), старогерманского аналога Меркурия.

Thursday(четверг) – день громовержца Юпитера позже модифицировался в день бога Тора (Thor или Thunor), скандинавского метателя молний.

Friday(пятница) – на староанглийском «день Frigg или Freja», или день старогерманского аналога Венеры (на староиспанском «фрейя» – «дама», сравни с современным немецким «фрау»).

Saturday(суббота) – день Сатурна (Saturn).

Sunday(воскресенье) – день Солнца (Sun).

Вавилоняне– жители Вавилонии, древнего царства на юге Междуречья – области между реками Тигр и Евфрат.

Первое упоминание о вавилонских городах встречается за две тысячи лет до нашей эры. Царство утрачивает независимость в

539 году до н. э. Столица Вавилон была расположена в 90 км к югу от современного Багдада. Легенда о Вавилонской башне связана с постройкой высоких башен-зиккуратов, которые служили для астрономических наблюдений и религиозных обрядов. Например, высота башни Этеменанки достигала 91-го метра. Вавилоняне внесли ценнейший вклад в астрономию, математику и архитектуру. В VI веке до н. э. вавилонский царь Навуходоносор построил висячие сады, позже названные садами Семирамиды, которые были расположены на четырёх ярусах и считались одним из семи чудес света.

Лидийцы– жители Лидии, древнего государства в Малой Азии. Существовало в VIII–VI веках до н. э.

Мидяне– жители Мидии, древнего государства на западе Ирана. Существовало в 670–550 годах до н. э.

Египетские пирамиды– гробницы фараонов Древнего Египта. Единственное сохранившееся из семи чудес света. Пирамида фараона Хеопса, построенная в XXVI веке до н. э., имеет высоту 139 метров.

Александрия– греческий город в устье многоводной африканской реки Нил, основана в 332 году до н. э. Александром Македонским, царем и полководцем. Семьсот лет Александрия была крупнейшим центром науки, культуры и торговли. После сожжения Александрийской библиотеки город пришёл в упадок.

Сиена (ныне Асуан) – город в Египте. Широта Сиены: 24°04 29 северной широты. В период летнего солнцестояния на широте 23° 27 Солнце достигает зенита.

Фалес Милетский(640 или 624 – ок. 545 года до н. э.) – философ и математик из греческого города Милета, сохранившегося до сих пор и расположенного в Малой Азии (ныне, в Турции). Основатель милетской школы, с которой начинается европейская наука. Сочинений Фалеса не сохранилось.

Платон(ок. 428 – ок. 348 года до н. э.) – древнегреческий философ, житель Афин. Ученик философа Сократа (ок. 469–399 года до н. э.), учитель философа Аристотеля.

Аристотель(384–322 годы до н. э.) – древнегреческий философ. Ученик Платона, учитель полководца Александра Македонского.

Аристарх Самосский(310–230 годы до н. э.) – древнегреческий астроном, математик и философ. Жил на греческим острове Самос, расположенном рядом с Милетом. Доказал, что Солнце по размеру гораздо больше Земли, и предложил гелиоцентрическую систему мира, в центре которой находилось Солнце, или, по-гречески, Гелиос.

Эратосфен(276–194 годы до н. э.) – греческий математик, астроном и географ. В 235 году до н. э. стал главой Александрийской библиотеки.

Гиппарх(ок. 190 – ок. 120 года до н. э.) – первый астроном-наблюдатель (в современном понимании этого слова). Гиппарх измерил точное положение 850 звёзд на небе. Через триста лет его результатами воспользовался Птолемей для построения геоцентрической системы.

Клавдий Птолемей(ок. 87 – 165 года) – древнегреческий астроном, математик и оптик. В 127–151 годах жил в Александрии, где проводил астрономические наблюдения.

Лунное затмение– заход Луны в тень, отбрасываемую Землей. Жители ночной стороны Земли одновременно видят наступление затмения Луны.

Солнечное затмение– загораживание Солнца диском Луны. Наблюдается только в зоне лунной тени, закрывающей небольшую часть поверхности Земли. Движение тени Луны дает возможность увидеть затмение Солнца людям, живущим вдоль линии движения тени. В разных точках Земли солнечное затмение наблюдается в разное время.

Гипотенуза и катеты. Возьмите прямоугольный лист бумаги и отрежьте ножницами его небольшой уголок. Линия разреза называется гипотенузой, а нетронутые стороны отрезанного прямоугольного треугольника – катетами. Поместите Луну в уголок между двумя катетами – и рассуждения Аристарха станут гораздо понятнее.

– Только отрезать надо так, чтобы один уголок треугольника был очень острый – и на этот уголок надо повесить Солнце!

– Верно, Галатея, молодец.

Сказка о смелой Гипатии и сожжённой Александрийской библиотеке

Никки улетела к себе домой, и сегодня детям очередную историю, как обычно, должна была читать Дзинтара. Но детей так заинтересовали подвиги древних астрономов, что они захотели продолжения сказки об удивительных людях, которые с помощью простейших инструментов узнали о Земле и небе так много.

– Мама, вчера королева Никки рассказывала нам об Эратосфене, директоре Александрийской библиотеки. Что это был за странный библиотекарь, который по длине своей тени смог измерить окружность Земли? – поинтересовался Андрей.

Галатея слушала и пышнее взбивала подушки – чтобы в кровати было удобнее не лежать, а сидеть. А то ещё заснешь на половине истории…

Дзинтара объяснила:

– В Александрии ещё за триста лет до нашей эры был создан первый крупный научный центр и университет античного мира – Александрийский Мусейон, в котором одновременно работали несколько десятков учёных и обучались студенты из разных концов мира. Название Мусейон означало «дом муз» – откуда и пошло современное слово «музей». Библиотека была частью этого научного центра, и её возглавлял один из учёных Александрийского Мусейона.

В прославленном Мусейоне трудились величайшие греческие математики и астрономы: Евклид, создавший евклидову геометрию; Аристарх Самосский, предложивший гелиоцентрическую модель Солнечной системы; и Архимед – один из гениев античного мира. Во втором веке нашей эры в Александрии жил и создавал свой «Альмагест» великий астроном Клавдий Птолемей.

За шестьсот лет существования из Александрийского Мусейона вышли многие знаменитые астрономы, математики, философы и врачи. Это время было расцветом античной науки. В Александрийской библиотеке насчитывалось до *семисот тысяч*редчайших рукописных книг.

– А что случилось потом? – спросила Галатея.

– Римская империя, созданная трудом рабов, стала разрушаться. И наступили смутные времена в городе великой библиотеки и великих учёных. Часть Александрийской

библиотеки сгорела в войнах, которые железным катком прокатывались через город. Но значительную часть папирусов александрийским учёным удалось сохранить в храме Серапеум, в котором они продолжали работать.

В это время у известного александрийского математика и механика Теона родилась дочь Гипатия. Теон сам занимался обучением любимой дочери – и стала она такой умной, что превзошла отца.

В то время Александрией правил епископ Феофил. Не нравились ему учёные, наследники греческой культуры: они верили в разных богов, но были едины в том, что истины нужно доказывать. Епископ же стремился к власти над городом и людьми, и ему было безусловно понятно, что, чем меньше человек знает, тем легче он верит в то, что ему говорят священные книги и епископ. Ведь вера не нуждается в доказательствах!

Епископа поддерживали толпы религиозных фанатиков. В 391 году нашей эры Феофил послал своих сторонников разрушить здание, где работали учёные, и сжечь библиотеку папирусов, которая накапливалась многие века.

Учёные и студенты с оружием в руках защищали свои инструменты и книги. Но силы были неравны: храм науки был разрушен, папирусные свитки вспыхнули – и сгорела знаменитая библиотека, собравшая в себя плоды *тысячелетнего* труда учёных и философов. Многие рукописные книги библиотеки существовали в одном экземпляре и были утрачены навсегда. Например, до нас не дошли труды Аристарха Самосского о гелиоцентрической системе мира, а также книги, написанные астрономом Гиппархом и самой Гипатией.

– Значит, в Александрии больше некому было измерять окружность Земли и расстояние до Солнца? – спросил Андрей.

– Авторитет научного центра Александрии вернула Гипатия, которая занималась математикой, астрономией и философией. Она написала комментарии к трудам математика-астронома Аполлония Пергского и книгам математика Диофанта – именно он стал первым использовать буквенные обозначения в алгебраических уравнениях.

Гипатия стала учить студентов, и слава о ней прокатилась по всему Средиземноморью. Епископ Феофил не посмел тронуть Гипатию – слишком популярна она была среди своего народа и учёных всего мира: на её лекции съезжались люди из самых разных стран. Даже Кирилл, племянник Феофила, слушал её выступления.

Старый епископ, умирая, передал племяннику власть над

городом. Новый епископ Кирилл удерживал своё господство в Александрии с помощью политических интриг и тех же толп религиозных фанатиков. Как и его дядя, Кирилл понимал, что знания опасны для веры, хотя в своих речах любил цитировать Платона и других древних мудрецов.

Гипатия обещала отцу не вмешиваться в политику, но с грустью и гневом следила, как умирает в Александрии античная наука и философия, как преследуются Кириллом иноверцы. И не выдержала смелая Гипатия, подняла свой голос в защиту науки и свободомыслия. На своих лекциях она стала доказывать ученикам, что жестокие действия епископа Кирилла против инакомыслящих противоречат постановлениям самой церкви, что его ссылки на Платона неверны и он неправильно толкует мнение древних философов.

Гипатия укоряла церковников: «Учить людей верить в суеверия – самое чудовищное и преступное дело, – и призывала своих студентов: – Сохраняй свое право на размышление – мыслить неправильно лучше, чем не думать совсем!»

В ответ епископ Кирилл объявил математику и астрономию «сатанинской хитростью». Занятия этими науками стали караться смертной казнью.

Так Кирилл победил учёных Александрии, последнего очага греческой мудрости. По всему Средиземноморью античное свободомыслие и учёность уступили место религиозному единомыслию и боязни «сатанинских хитростей». Европейцы забыли математику и астрономию, а книги Птолемея, описывающие движения планет, были утрачены. Но это была победа, которая обернулась поражением. Без механиков и математиков разрушились знаменитые римские водопроводы. Болезни принялись опустошать Европу, лишенную чистой воды, врачей и знаний.

…Через несколько веков никого не удивляло, что даже знаменитый император Карл Великий не умел читать и писать. И никому уже и в голову не приходило, что истины нужно доказывать.

Знание деградировало настолько, что в энциклопедии, составленной в седьмом веке испанским архиепископом Исидором, описывалась *плоская*Земля, населённая драконами и василисками!

Много веков прошло, пока люди не поняли, что без знаний жить нельзя. Стали они собирать уцелевшие книги греческих мыслителей, заново учиться математике, механике и астрономии. И назвали это время Возрождением, в буквальном смысле – эпохой возрождения знания и науки.

Властители Европы долго сопротивлялись возвращению науки. Инквизиция преследовала тех, кто имел смелость искать истину вне библейских заповедей. Тысячи костров горели по Европе, сжигая не преступников, а людей, сомневающихся в религиозных догмах или только заподозренных в этом. Если бы не суды инквизиции, то люди открыли бы антибиотики и полетели бы в космос на *сотни*лет раньше.

Эпоха Возрождения потребовала от людей победы над своим страхом – подвига, подобного тому, который совершила Гипатия, выступив против властителя Александрии. И наука вернулась к людям – искоренила страшные болезни, победила голод, дала умные книги и теплые жилища, удобные автомобили и быстрые самолёты. Александрийскую библиотеку восстановили. Сейчас в ней хранится восемь миллионов книг.

Даже церковь решила завязать дружбу с наукой – ведь епископы тоже летают на турбореактивных лайнерах, лечатся пенициллином, пользуются телефоном и Интернетом, а также проповедуют с помощью телевидения. Научные блага оказались нужны даже церкви.

Вот только учёным в их работе вера не нужна. Ведь священная истина заключается в том, что, чем больше у человека знаний, тем меньше ему нужна вера.

– Мама, а что же случилось с Гипатией? – спросила Галатея, чутко уловив недоговорённость в рассказе принцессы.

Дзинтара вздохнула. Как помягче рассказать детям, что епископ Кирилл посмел поднять руку на своего учителя, натравив толпу на умную Гипатию? Религиозные фанатики схватили Гипатию, затащили в церковь и – убили. Растерзанное тело Гипатии сожгли на костре.

Её последователи и ученики тоже были убиты или изгнаны из города.

Книги, написанные Гипатией, епископ Кирилл целеустремлённо уничтожал – в то время как его собственные богословские труды старательно размножались писцами.

Чтут и помнят учёные всего мира смелую Гипатию. Астрономы назвали в её честь кратер на Луне. Но и церковь чтит епископа Кирилла, убийцу Гипатии, – канонизировала его, причислила к святым.

До сих пор не закончен спор между наукой и религией. И каждый человек, вырастая, делает выбор между пытливым разумом и верой, которая не нуждается в доказательствах.

Так говорить или нет детям о том, какими жестокими делает людей фанатичная вера?

– Мама, так что же случилось с Гипатией? – снова

затормошила Галатея принцессу. – Она умерла?

И принцесса Дзинтара сказала:

– Конечно, нет. Она стала бессмертной.

Примечания для любопытных

Евклид(род. ок. 300 года до н. э. – год смерти неизвестен) – древнегреческий математик, создатель тринадцатитомных «Начал», где излагалась евклидова геометрия.

Архимед(287–212 годы до н. э.) – древнегреческий физик, математик и механик. Гений. Учился в Александрии, жил в Сиракузах на острове Сицилия.

Диофант Александрийский(III век до н. э) – древнегреческий математик. Написал 13-томную «Арифметику», из которой сохранилось только шесть первых книг.

Аполлоний Пергский(262–190 годы до н. э.) – древнегреческий геометр, создатель восьмитомника «Конические сечения», содержащего 387 теорем. Предложил использовать особые дополнительные кружки – эпициклы – для объяснения видимых траекторий планет, которые на небе двигаются неравномерно, периодически «сваливаясь» в странные петли и совершая попятные движения. Через триста лет эпициклы Аполлония послужили основой геоцентрической модели Птолемея.

Теон Александрийский(335–405) – математик и астроном из Александрии. Отец Гипатии.

Гипатия (Ипатия)(370–415) – **первая в мире женщина-астроном**. Математик и философ. Преподаватель, автор нескольких научных трудов по математике и астрономии, которые не дошли до нас. Погибла от рук религиозных фанатиков.

Кирилл Александрийский(376–444) – с 412 года епископ Александрии. Известен своими гонениями инакомыслящих. Причислен к лику святых и почитается в католической и православной церквях.

Карл Великий(742–814) – король франков и император Запада. Прославленный полководец огромного роста. Основатель династии Каролингов. Слово «король» произошло от имени Карла Великого. Согласно обычаям того времени, был неграмотен – и страдал от этого.

Фанатизм– слепое, безоговорочное следование убеждениям. Доведённая до крайности приверженность каким-либо идеям, верованиям или воззрениям, обычно сочетающаяся с

нетерпимостью к чужим взглядам и убеждениям – вплоть до физического насилия над инакомыслящими.

Инквизиция– орган Римско-католической церкви, созданный в 1215 году для борьбы с ересью. Перед инквизицией трепетали даже короли; она преследовала еретиков, запрещала научные исследования и сжигала книги, противоречащие Библии, и самих инакомыслящих.

Историк Льоренте подсчитал, что только в Испании инквизиция в 1481–1809 годах осудила 341 021 человека; из них 31 912 были сожжены на костре, а 291 460 человек подверглись пыткам, тюремному заключению, ссылке на галеры и другим наказаниям. Церковь накопила гигантские богатства, отбирая имущество у осужденных и продавая купцам и вельможам освобождения от преследования (индульгенции). Инквизиция как институт была уничтожена лишь к XIX веку. Документы, опубликованные учёным Томасом Райтом, свидетельствуют, что, например, в XVII веке в Германии по обвинению в ереси и колдовстве на костёр отправляли девочек, мальчиков и даже младенцев. Сжигаемых детей было так много, что записывать их имена в судебных документах инквизиторам было лень. В протоколах заседаний религиозных судилищ германского города Вюрцбурга есть такие записи:

«В двадцатом сожжении – шесть человек.

Дитя Гебела, самая красивая девушка в Вюрцбурге.

Два мальчика, каждому по двенадцать лет.

Маленькая дочь Степпера».

«В двадцать третьем сожжении – девять человек.

Мальчик Давида Кротенса девяти лет.

Два сына княжеского повара, одному четырнадцать, другому десять лет».

«В двадцать восьмом сожжении – шесть человек.

Младенец, дочь доктора Шютца.

Слепая девушка».

Сказка о волшебном сундучке кардинала Виссариона, вундеркинде Регионтане и хитроумном Колумбе

– В обычных сказках непременно присутствует чудесный сундук или горшок, из которого можно извлечь что-нибудь ценное и даже драгоценное. Сегодня вы услышите научную сказку о волшебном сундучке, в котором хранилось самое ценное, что только есть на свете.

– Золото? – предположила Галатея.

Дзинтара отрицательно покачала головой.

– Алмазы! – решил Андрей.

Дзинтара усмехнулась и сказала:

– Сейчас расскажу всё по порядку. Когда Римская империя пала, то в Западной Европе настали «тёмные века». Общество погрузилось в невежество, пропитанное религиозными догмами. Казалось, что мифы навсегда вытеснили истину из людского сознания. Но сегодня вы узнаете, что истина неизбежно побеждает, заставляя служить себе даже тех, кто её ненавидит!

Дзинтара рассказывала, а дети слушали её, навострив уши: «Когда там будет про сундучок?»

– Когда епископы объявили математику и астрономию «сатанинскими хитростями», истина только усмехнулась и решила подождать. Вскоре церковь обнаружила, что ей самой никак не обойтись без этих наук. Математика оказалась нужна для такого священного занятия, как сбор церковных налогов. Все европейцы под страхом наказания – вплоть до смертной казни – должны были отдавать церкви одну десятую своего дохода. А как без математики рассчитать доход большого феодального поместья или площадь его земель? Проблема усугублялась тем, что за «тёмные века» европейцы забыли не только математику, они разучились даже читать и писать. Европа стала поголовно неграмотной! Люди, знающие грамоту, остались только в монастырях – где была, по крайней мере, хотя бы одна толстая книга для чтения и переписывания.

Кардиналы подумали и нашли такой выход: для сборов «церковной десятины» монастыри послали грамотных монахов к богатым феодалам. Монахи – или клирики – сами вели бухгалтерские книги и рассчитывали налоги. Таких монахов-бухгалтеров стали звать клерками.

– Так вот откуда они взялись… – пробормотал Андрей.

– Без астрономов тоже настала беда: через некоторое время церковь с беспокойством обнаружила, что её привычный календарь начинает безбожно врать. Согласно астрономии, весна, или день весеннего равноденствия, наступает 20 или 21 марта. В этот день солнце встаёт точно на востоке и заходит на западе, а день равен ночи.

Важные церковные праздники всегда рассчитывались относительно дня весеннего равноденствия. Но юлианский календарь, принятый полторы тысячи лет назад, стал ошибаться к пятнадцатому веку почти на две (!) недели, и расхождение между движением Солнца и церковным календарём продолжало накапливаться.

Римский папа понимал, что даже неграмотные люди разбираются в длительности дня и во временах года. Кардиналы могут сказать людям, что, согласно церковному календарю, весна ещё не настала, но весеннее солнышко окажется тем очевидным фактом, от которого репутация церкви будет таять и подмокать.

Папа пригласил к себе учёных и попросил их рассчитать правильную длительность года и создать новый церковный календарь.

Как известно – коготок увяз, всей птичке пропасть. Проблема нового календаря неизбежно потребовала определённого уровня развития математики и астрономии.

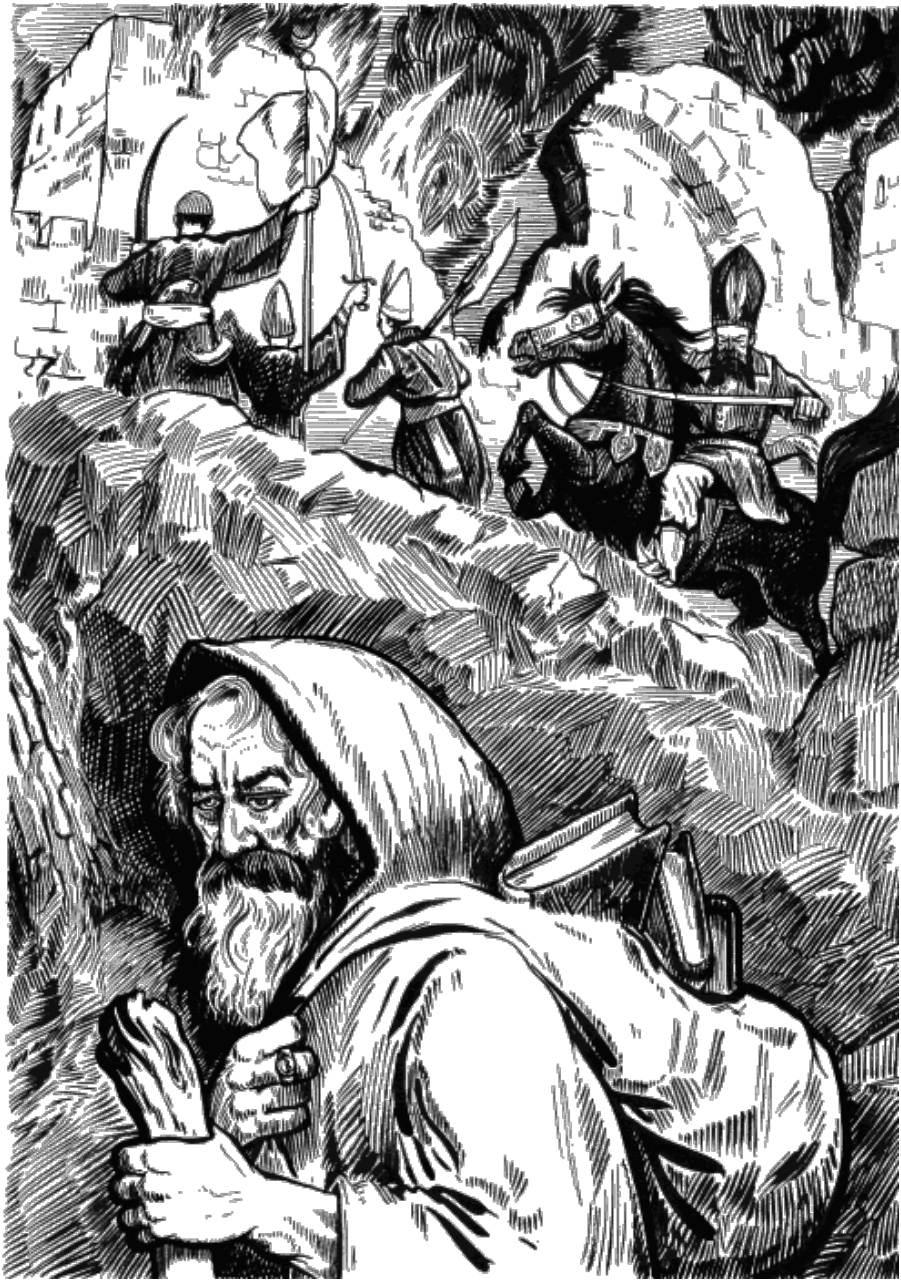
В пятнадцатом веке произошло важное событие в истории Европы и Возрождения. В 1453 году, после долгой осады, турки захватили Константинополь, столицу ранее могучей Византийской империи, последнего обломка и наследницы греческой цивилизации и Древнего Рима. Империя погибла, а многие византийцы бежали в Италию, захватив самые ценные вещи.

Византийский кардинал Виссарион, учёный грек, мечтавший объединить православную и католическую церкви, вывез из гибнущего Константинополя в Западную Европу небольшой сундучок, в котором хранилось бесценное сокровище того времени. Я думаю, что этот сундучок оказался самой большой драгоценностью, вывезенной из горящего Константинополя.

– Да что же это может быть?! – с нетерпением воскликнула Галатея.

– Это был поистине волшебный сундучок, он нес в себе самое ценное, что есть на свете, – знание. В нем хранилась редчайшая драгоценность – тринадцать томов «Альмагеста», который был создан великим астрономом Птолемеем ещё во втором веке и суммировал астрономические знания Древней Греции, Рима и

Арабского Востока.



– Мама, ты шутишь? – недоверчиво сказала Галатея. – Книги не могут стоить так много.

– Все зависит от обстоятельств. Для Европы, которая прозябала во тьме невежества, этот сундучок оказался полон яркого света.

Истина засмеялась как дитя, глядя на бесценный сундучок с книгами по астрономии, едущий в багаже кардинала.

Этот сундучок сыграл важную роль в возрождении европейской науки.

И помог ему в этом вундеркинд, родившийся в Кёнигсберге (ныне – российский город Калининград) и известный под именем **Регионтан (это переведённое на латынь название города Кёнигсберг – «королевская гора»)**. Вундеркинд – это не преувеличение и не метафора. Уже в одиннадцать лет Регионтан стал студентом Лейпцигского университета, а в пятнадцать – поступил в Венский университет. В год падения Константинополя Регионтан стал учеником венского математика и астронома Пурбаха.

Долго путешествовал сундучок с драгоценным «Альмагестом» в багаже Виссариона, пока кардинал, проезжая через Вену, не нанёс непоправимый вред своей церкви, подарив «Альмагест» астроному Пурбаху для перевода с греческого на латынь – язык тогдашней европейской науки.

Истина хохотала уже во весь голос над этой ужасной ошибкой кардинала Виссариона, которая в скором времени привела к разрушению привычной для церкви картины мироздания. Казалось бы, что тут такого – кардинал церкви вручает астроному книгу Птолемея, одобренную церковью. Ведь Земля, по Птолемею, неподвижна и прочно закована в хрустальный шар, а Солнце и планеты послушно летают вокруг – всё в строгом соответствии с библейскими воззрениями.

– Действительно, мама, что тут такого? Птолемеевская модель была же неправильной! – удивился Андрей.

– Наука не требует правильности идей, ей достаточно потребовать их проверяемости и заменяемости. Правильность получится дальше автоматически! – рассмеялась Дзинтара. – Итак, Пурбах стал переводить с греческого «Альмагест». Но в возрасте тридцати восьми лет астроном скоропостижно умирает. Перед смертью он взял обещание со своего ученика, что тот закончит начатый им перевод «Альмагеста». И двадцатипятилетний Регионтан взвалил на себя этот тяжёлый труд.

Вот когда гениальность Регионтана проявилась наиболее ярко. Он не только переписал «Альмагест» на латыни, но и провёл собственные наблюдения положения звёзд и планет. Модель Птолемея, хотя и основывалась на неправильном предположении о покоящейся Земле, использовала сложный, но удачный математический приём Аполлония: к круговым орбитам планет добавлялся дополнительный кружок-эпицикл, что позволяло

вычислять будущие положения планет с неплохой точностью. Используя уравнения «Альмагеста» и собственные наблюдения, Регимонтан пересчитал все птолемеевские предсказания!

– Что это значит? – спросила Галатея.

– Это значит, что, благодаря Регимонтану, перед средневековыми учёными предстала первая математическая модель космоса. Она была невиданна и великолепна, она могла предсказывать движение планет, прикреплённых к небесным хрустальным сферам, на десятилетия вперёд! Это казалось тогдашним астрономам чудом, хотя это была просто первая математическая научная модель мира.

– Вот какая волшебная игрушка хранилась в сундучке кардинала… – пробормотал Андрей.

– Там хранилось больше, чем просто научная модель, там лежал катализатор будущего.

Пока геоцентрическое учение было общим неконкретным убеждением, оно было непобедимо. Но как только птолемеевская система мира предстала перед учёными в виде математической модели, которая предсказывает небесные события на многие годы вперёд – а значит, легко проверяема, – то ситуация резко изменилась. Восхищаясь возможностью предсказывать положения планет, учёные наблюдали за движениями светил и убеждались, что модель Птолемея не очень точна. И астрономы начинали размышлять об её улучшении. Так волшебный сундучок Виссариона запустил механизм возрождения науки – пока только в одной области, в астрономии, но это было НАЧАЛО.

Для широкого распространения первой научной модели мира было важно и то, что Регимонтан, на основании своих наблюдений и расчётов, выпустил первую печатную книгу по астрономии: «Эфемериды», или таблицы координат звёзд, положений планет и времена солнечных и лунных затмений на каждый день с 1475 по 1506 год. *Триста тысяч чисел*было приведено в «Эфемеридах», а ведь тогда не знали ни калькуляторов, ни компьютеров!

Регимонтан встречал в греческих книгах упоминание об Аристархе Самосском, согласно которому мироздание устроено совсем не так, как думал Птолемей, и что это Земля и планеты вращаются вокруг Солнца, а не наоборот.

Обладая столь ярким математическим талантом, Регимонтан мог бы проверить – насколько соответствует наблюдениям гелиоцентрическая модель мира, но гению не дали спокойно поработать: папа, глава католической церкви, вызвал его в Рим для подготовки нового календаря. Через год Регимонтан, в возрасте сорока лет, умер в Риме. Вероятно, он

умер от чумы, но ходил слух, что он был отравлен врагами.

Как и многие люди Средневековья, астрономы Пурбах и Регионтан умерли сравнительно молодыми людьми, но они успели сделать главное дело своей жизни: вернуть в обиход науки математическую астрономическую модель Птолемея.

Пурбах и Регионтан стали первыми средневековыми учёными, которые не были при этом священниками.

– Я слышал, что древние астрономы, включая Регионтана, были ещё и астрологами! – сказал Андрей.

– Да, раньше люди с трудом различали астрологию и астрономию, но всё переменилось с приездом в Европу чудесного сундучка византийского кардинала Виссариона.

После «Альмагеста» Птолемея и «Эфемерид» Регионтана пути астрономии и астрологии разошлись: астрономы отправились вперёд по дороге точности, а астрологи свернули в сторону – на тропинку туманности.

Астрономия, в отличие от астрологии, стала развивать только такие концепции и модели, которые можно проверить наблюдениями. И чем дальше, тем точнее становились предсказания астрономии. Небольшие отклонения планеты от расчётного пути вызывали тревогу учёных – они искали причину отклонений и строили более правильную теорию.

Астрология же отвергала путь проверки своих выводов на опыте. Неважно, по каким правилам строится гороскоп, главное, что это жуликоватое учение избегает сравнений полученных выводов с реальностью.

Астрологи хорошо запомнили урок геоцентрической системы Птолемея, которая рухнула вскоре после того, как стала делать проверяемые астрономические предсказания. Поэтому они продают людям гороскопы, полные расплывчатых откровений и никогда *не подтверждают статистикой* верность своих посулов. Проверить любое конкретное утверждение гороскопа довольно просто, но астрологи боятся таких проверок как чумы и любят делать максимально туманные предсказания – так же поступают и гадалки, предсказывающие будущее по линиям руки, кофейной гуще или картам. Учёные многократно доказывали, что гороскопы не подтверждаются фактами. Но современная астрология непобедима рациональными доводами – она существует вне поля науки и собирает денежную дань с невежественных людей, далёких от логического мышления.

Наблюдение – лучший друг истины. Кто не сравнивает свои теории с опытом, тот никогда не узнает правды, а будет довольствоваться лишь иллюзиями.

– Да, а что случилось с опаздывающим календарём? –

спросил Андрей.

– Средневековые астрономы создали новый календарь, и он был принят в конце шестнадцатого века, во время правления папы Григория.

– Мама, если Регионтан так рано умер, кто же проверил его таблицы и модель Птолемея? – спросил Андрей.

– Другие люди: астрономы и моряки. «Эфемериды» Регионтана стали использовать в своих путешествиях прославленные мореплаватели: Колумб, Васко да Гама и Америго Веспуччи.

Адмирала Колумба, открывателя Америки, книга Регионтана очень выручила, а может, даже спасла.

В своём последнем, четвёртом, путешествии в Америку жарким летом 1503 года мореплаватель посадил свой корабль на рифы возле острова Ямайка в Карибском море. Колумб послал гонца на индейской пироге с поручением прислать за ним и его людьми корабль и остался на зимовку на Ямайке.

Вместе с Колумбом зимовали его брат и тринадцатилетний сын. Долгие месяцы ожидания привели к тому, что испанцы начали голодать. Аборигены были настроены недружелюбно и отказывались кормить незваных пришельцев.

Тогда Колумб пошёл на хитрость. Согласно астрономическим таблицам Регионтана, 29 февраля 1504 года должно было состояться лунное затмение, время наступления которого на долготе немецкого Нюрнберга было указано в «Эфемеридах» с точностью до минуты.

Лунное затмение начинается одновременно для всех земных наблюдателей, но, в зависимости от долготы, оно наступает в разное местное время. Если в Нюрнберге оно наступает в час ночи, то на Ямайке в это время будет всего семь вечера, потому что разница долгот между этими двумя точками наблюдений близка к девяноста градусам, а каждый *час*смещения местного времени соответствует *пятнадцати*географическим градусам.

Предприимчивый Колумб решил снять две шкуры с одной февральской луны и созвал на берег индейцев.

Когда аборигены собрались, то Колумб заявил, что сейчас луна будет погашена его могучим богом, недовольным индейцами и их скупостью. И действительно, как и предсказывал Регионтан, Луна зашла в тень Земли, и вместо обычного сияющего диска в небе повисла кроваво-красная сердитая рожа. Индейцы пришли в ужас: они, конечно, даже не догадывались, что это лунное затмение было предсказано ещё тридцать лет назад Регионтаном по формулам Птолемея.

Пока индейцы плакали и заламывали руки, по движению

ямайского солнца Колумб определил местное время начала затмения, сравнил его с табличными данными и вычислил примерную разницу долгот между Нюрнбергом и Ямайкой. То ли политические переговоры с индейцами мешали наблюдениям Колумба, то ли он считал, что настоящая Индия должна быть подальше, но адмирал промахнулся и значительно переоценил расстояние между Европой и Америкой.

– Верни нам Луну, мы принесём тебе взамен много корзин с едой! – умоляли Колумба простодушные индейцы, не знавшие астрономии. Адмирал едва успел согласиться вернуть Луну, как затмение и кончилось.

– Какой хитрец был этот Колумб! – удивилась Галатея.

Принцесса кивнула:

– Благодаря вундеркинду Регионтану и хитроумному Колумбу, выгодно обменявшему Луну на мешок кукурузы, проблем с провиантом у испанской экспедиции больше не было. В июне за людьми Колумба пришёл корабль, и первооткрыватель Америки благополучно вернулся в Испанию из своего последнего заокеанского путешествия.

Весть об открытии Колумбом новых земель пролетела по Европе. В Польше эти новости услышал и студент Краковского университета Николай Николаевич Коперник.

…Но это уже совсем другая история.

Примечания для любопытных

Римский папа– глава католической церкви. Избирается пожизненно из группы влиятельных кардиналов. Резиденция расположена в Ватикане, в центре Рима.

Константинополь– столица Византии, или Византийской империи, которая возникла на месте Восточной Римской империи. Ныне – Стамбул, крупнейший город Турции.

Кардинал Виссарион(1403–1472) – учёный-грек и гуманист, много сделавший для возрождения в Европе интереса к греческой культуре и науке. В 1461 году подарил оригинал птолемеевского «Альмагеста» венскому астроному Пурбаху.

Георг Пурбах(1423–1461) – австрийский астроном и математик, учитель Регионтана. Участвовал в переводе «Альмагеста» Птолемея с греческого на латынь.

Регионтан (Иоганн Мюллер)(1436–1476) – немецкий астроном и математик. Вместе с Пурбахом перевёл на латынь «Альмагест» Птолемея. В 1474 году издал на основе теории Птолемея «Эфемериды» – первые астрономические таблицы, напечатанные типографским способом и большим тиражом.

Христофор Колумб(1451–1506) – испанский мореплаватель (родился на о. Корсика), который считается официальным открывателем Америки. В 1492 году Колумб переплыл Атлантический океан и открыл новую землю, включая острова Кубу, Гаити и Тортугу. Всего совершил четыре плавания к новому

континенту (начало путешествий в 1492, 1493, 1498, 1502 годах).

Америго Веспуччи(1454–1512) – итальянский путешественник и картограф первых трансатлантических экспедиций (в 1499, 1501, 1503 годах) к новому континенту, который тогда назывался Индией или Новым Светом. Америго Веспуччи придумал множество географических названий для нового континента, например южноамериканский индейский посёлок на сваях он назвал *Венесуэлой*, что означает «маленькая Венеция». Карты новых земель, составленные Америго Веспуччи, и дневники его путешествий широко распространились в Европе, и вскоре имя Америго с карт перешло на континент, который стал называться *Америкой*. Колумб же недооценил силу печатного слова, популярных сочинений не оставил, поэтому открытый им континент назвали именем другого человека.

Васко да Гама(1460 или 1469–1524) – португальский путешественник, который в 1498 году стал первым европейским мореплавателем, добравшимся до Индии.

Долгота и широта– географические сферические координаты, определяющие расположение точки на поверхности Земли. Долгота измеряется с запада на восток от –180 градусов до 180 градусов, нулевым выбран *меридиан*(линия одинаковой долготы), проходящий через Гринвичскую обсерваторию в Англии. Широта измеряется с юга на север, от –90 градусов (Южный полюс) до 90 градусов (Северный полюс), *экватор*имеет нулевую широту. Линии одинаковой широты называются ещё и параллелями, потому что они параллельны друг другу и никогда не пересекаются. А меридианы, идущие от полюса к полюсу, похожи на полоски на арбузе.

«Эфемериды»– таблицы заранее вычисленных положений (небесных координат) астрономических объектов: планет, Луны, Солнца, звёзд и в настоящее время искусственных спутников.

Юлианский календарь– календарь, разработанный астрономами Александрии и введённый в 45 году до н. э. Юлием Цезарем (102 – 45 годы до н. э.), властителем Древнего Рима.

Григорианский календарь– современный календарь, разработанный европейскими астрономами и введённый в католических странах указом папы Григория XIII в 1582 году. Протестантские страны присоединились к григорианскому календарю в XVII–XVIII веках, Россия – в 1918 году, Греция – в 1923 году. Православная церковь до сих пор придерживается юлианского календаря, который отличается от григорианского уже на 13 дней.

Астрология– лженаучная теория о воздействии звёзд и планет на характер и будущее людей. Существует благодаря

продажам гороскопов (предсказаний будущего).

Сказка о священнике-еретике Копернике, остановившем Солнце и сдвинувшем Землю

– Краковский университет в Польше гудел как улей: испанский капитан Колумб открыл новые диковинные земли за Атлантикой!

Молодой голубоглазый студент Николай Коперник с восторгом слушал эти удивительные новости и привыкал к изменившемуся миру. Пятнадцатый век был на исходе. Неспокойный век, смутный. Время в нём словно убыстрилось… – Никки рассказывала детям про далёкое Средневековье, а тем чудилось, что она сама жила в древнем Кракове и всего лишь припоминает события тех лет. – В этом веке, благодаря Пурбаху, Регионтану и другим учёным-переводчикам, в Европе снова появились давно забытые труды древнегреческих математиков и астрономов.

В пятнадцатом столетии Гутенберг научился печатать книги, и сейчас любой студент мог купить себе печатный экземпляр астрономических таблиц Регионтана, составленных на основе теории Птолемея. Николай Коперник тоже приобрёл «Эфемериды» Регионтана.

В этом веке неправильность церковного календаря стала очевидной, и Николай Кузанский призвал Ватикан к его исправлению.

Николай Кузанец, хотя и является почтенным священником и уважаемым богословом, высказывает в своём сочинении «Об учёном незнании» удивительно крамольные мысли о том, что Земля вовсе «не покоится», как утверждает Птолемей. «Наша Земля в действительности движется, хоть мы этого не замечаем, воспринимая движение только в сопоставлении с чем-то неподвижным. В самом деле, если бы кто-то на корабле среди воды не знал, что вода течёт, и не видел берегов, то как бы он заметил движение судна?»

Кузанец даже полагает, что на звёздах живут разумные обитатели.

Это очень необычные взгляды.

– Что в них необычного? – удивилась Галатея.

– Это для нашего времени они общеприняты, а для тех времен это была ересь чистой воды, фантастически смелое опровержение общепринятых догм, – пояснила королева Никки. –

И это несмотря на то, что в пятнадцатом веке инквизиция свирепствует как никогда. Испанский инквизитор Торквемада сжигает еретиков тысячами, но никак не может остановить новые веяния, проникающие со всех сторон. Вот и Колумб привёз из-за океана потрясающие новости о новой земле.

Николай, как и его тёзка Кузанец, тоже интересуется звёздами, тем более что за четыре года, проведённых в Краковском университете, небо щедро показало студенту три солнечных затмения, комету и соединение Юпитера с Сатурном. Коперник даже сам наблюдал затмение звезды Луной!

– Это когда диск Луны наползает на звезду? – спросила Галатея.

– Да, и сразу становится понятно, что звёзды расположены гораздо дальше Луны. Когда астроном Регимонтан умер в Риме, Николаю Копернику, сыну Николая, польского торговца медью («медь» – это «koper» на голландском или «copper» на английском), было всего три года. Но именно ему выпало продолжить дело возрождения астрономии в Европе и совершить наиболее поразительный переворот в головах жителей планеты Земля.

Николаю было десять лет, когда его отец умер от чумы, и юного Коперника взял к себе его дядя, управляющий церковным хозяйством.

Коперник любил учиться: после Кракова он поехал в итальянский университет Болоньи, где, следуя своему увлечению звёздами, поселился в доме, где жил профессор-астроном.

– Жаль, что мы не можем услышать те вечерние беседы о космосе, которые вел юный Коперник со своим соседом-профессором! – воскликнул Андрей.

Никки кивнула:

– Историки многое бы отдали, лишь бы поприсутствовать на тех дискуссиях. Ведь система небес по Птолемею, которую излагали тогдашние профессора, казалась Копернику слишком сложной и некрасивой. Ему же хотелось, чтобы небесная механика была совершенной!

После окончания Болонского университета Коперник не возвращается домой, а едет в Рим, потом в университет Падуи – изучает медицину, впитывает интеллектуальное богатство Италии, первой вступившей на путь возрождения европейской науки.

Его дядя, уже ставший епископом и подготовивший племяннику место каноника, зовёт Коперника домой, но тот остаётся ещё на три года в Падуе для занятий медициной.

Закончив три университета, Коперник не стал получать в них

учёную степень – по той лишь причине, что друзья-студенты ожидали от каждого выпускника шумного застолья, разорительного для небогатого человека. Только в тридцать лет Коперник сдал экзамены на учёную степень в университете Феррары (где его никто из студентов не знал) и вернулся в Польшу.

Уже в те годы Коперник пришёл к мысли о гелиоцентризме и начал распространять среди друзей свои рукописи о новом взгляде на мироздание.

Вернувшись в Краков, Коперник становится помощником своего дяди-епископа, читает лекции в университете и занимается астрономическими наблюдениями.

После смерти дяди Николай Коперник, которому уже исполнилось тридцать девять лет, переезжает в маленький городок Фромборк, где начинает выполнять обязанности священника. (В этом глухом уголке Польши Коперник остался до конца жизни.) В одной из башен собора каноник-астроном оборудовал обсерваторию и продолжил работать над своей главной книгой.

Слухи о новом выдающемся астрономе распространились по Европе, и римский папа пригласил Коперника в Рим – для работы над новым календарём. Но, в отличие от Регионтана, Коперник вежливо отказался и остался в своей польской глухомани – не спеша готовить величайшую революцию человеческой мысли.

Последнюю тысячу лет образование было доступно практически только священнослужителям, но истина настолько притягательна, что для ниспровержения религиозных догм она вербует сторонников даже среди священников.

Читатель, топни ногой по земле!

Надёжная и непоколебимая.

Для достижения небесной гармонии смелый польский каноник покусился на покой нашей земной тверди. Коперник

остановил Солнце, взял твёрдой рукой Землю за шкирку и бросил её в годовой космический полёт вокруг светила, вдобавок придав нашей планете быстрое суточное вращение!

В пятьдесят восемь лет Николай Коперник ушёл в отставку с поста священника и полностью сосредоточился на своей книге, в которой он собрал все доводы в пользу гелиоцентрической системы. Над этой книгой Коперник работал полжизни. Николай не забывал своё медицинское образование и продолжал бесплатно лечить людей.

– А почему Коперника обычно называют священником? – спросил Андрей. – Ведь он был им лишь часть своей жизни?

– Верно, это довольно распространенное и не совсем правильное мнение. Коперник был в первую очередь учёным. За свою жизнь он проявил себя выдающимся мыслителем и астрономом, а также умелым врачом и юристом, губернатором и дипломатом, экономистом и священником. Он знал кроме польского немецкий, итальянский, латынь и греческий языки, поэтому был ещё и переводчиком.

Коперник влюбился в красивую девушку, но не смог на ней жениться, следуя суровым догмам католической церкви. И подлинной страстью Коперника стала астрономия. Он создал новую систему мира и написал об этом книгу, но не знал, как её опубликовать.

Кроме того, Коперник прекрасно понимал, какую бурю негодования вызовет его труд среди религиозных догматиков: «… как только некоторые узнают, что в этих моих книгах, написанных о вращении мировых сфер, я придал земному шару некоторые движения, они тотчас же с криком будут поносить меня…» Он так отзывается о своих противниках: «…пустословы, которые, будучи невеждами во всех математических науках, всё-таки берутся о них судить». Священник Коперник с гордостью заявил: «Математика пишется для математиков…»

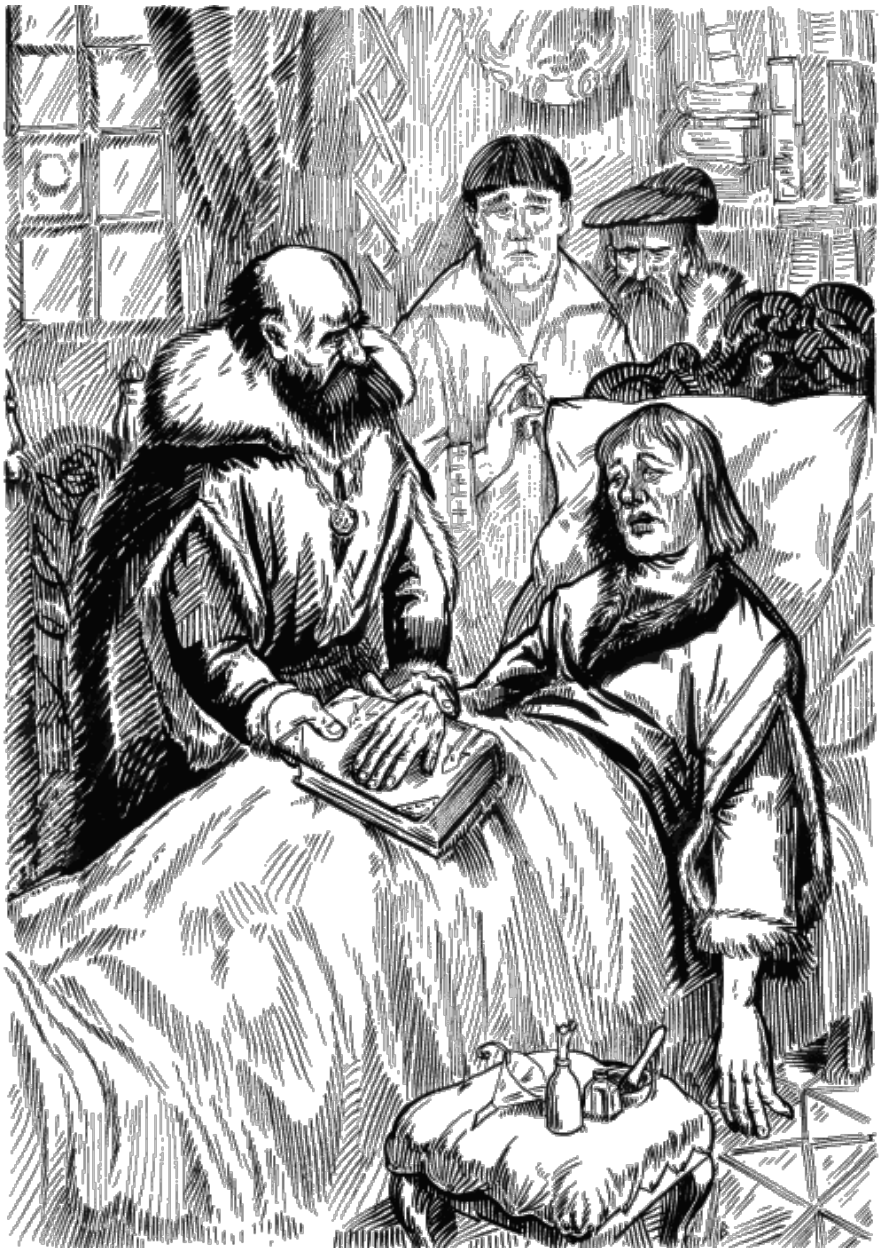
– Значит, он считал себя математиком! – решила Галатея.

– В те времена издание книги было предприятием примерно такой же сложности, как постройка океанского корабля. Копернику перевалило уже за шестьдесят пять, и ему начало казаться, что его книга никогда не увидит свет. Но тут к нему приехал молодой энергичный австриец Ретик, услышавший о новых идеях польского астронома.

Ретик сразу принял гелиоцентрическую точку зрения Коперника, став его единственным учеником. В течение двух лет Ретик опубликовал краткое изложение системы мира по Копернику, подготовил шеститомный труд учителя к печати и договорился с герцогом Пруссии о поддержке издания книги

великого астронома.

Книга начала превращаться в реальность: Коперник получает из типографии Нюрнберга корректуру – предварительно напечатанные листы, – проверяет, исправляет и отправляет её назад. Но в декабре 1542 года престарелого учёного разбивает паралич. На много месяцев Коперник остаётся прикованным к постели. За выпуском книги следит Ретик.



24 мая 1543 года полностью изданная книга была вложена в руки парализованного Коперника. Мы не знаем, что почувствовал и что подумал учёный в этот момент. Но вечером того же дня великий астроном Николай Коперник умер, выполнив свой долг учёного до конца и войдя в историю как создатель гелиоцентрической системы мира.

– Я знаю, что он подумал, – вдруг заявила Галатея. – Он понял, что он свободен.

Никки с задумчивым удивлением посмотрела на маленькую девочку, сказавшую такие мудрые слова, и продолжила:

– Коперника похоронили в соборе Фромборка, в котором он провел вторую половину своей жизни.

А его книга стала началом научной революции в Европе.

Не сразу католическая церковь осознала радикальность и «еретичность» идей Коперника: с одной стороны, ей хватало проблем с протестантской ересью, с другой – церковь нуждалась в новом календаре и перестала запрещать занятия астрономией. Римский папа даже благожелательно выслушал лекцию одного учёного кардинала о гелиоцентрической системе, хотя, видимо, папа просто не понял новизны коперниканской модели небес.

– Не видимо, а очевидно! – Андрей запальчиво перебил рассказчицу.

– Лишь семьдесят лет спустя церковь, осознав взрывоопасность гелиоцентризма, запретила учение Коперника и потребовала уничтожить его книгу или вычеркнуть из неё самые еретические места. Вдобавок церковь попыталась представить коперниканскую систему мира не как реальную модель, а просто как математический приём, полезный для вычислений движения светил.

Книга Коперника к тому времени вышла уже третьим изданием и распространилась по всей Европе. Многие владельцы этой книги были вынуждены выполнить указ церкви и сжечь труд Коперника или замазать чёрной краской указанные страницы.

Но было поздно: истина обладает удивительным свойством притягательности. Запретить истину какими-либо указами или закрасить её чёрным цветом попросту невозможно.

– Раз велели замазать, значит, теория правильная, – подытожил Андрей. – А неправильную теорию без толку замазывать – она и так неправильна и никому не интересна.

Никки кивнула:

– На памятнике Копернику написано: « **Остановивший Солнце, сдвинувший Землю**». Благодаря Копернику, Земля сорвалась с места, закружилась вокруг Солнца, и затормозить её уже было никому не по силам.

Примечания для любопытных

Николай Кузанский(1401–1464) – немецкий философ и математик. Кардинал католической церкви.

Томас Торквемада(1420–1498) – Великий инквизитор Испании. Лично ответственен за гибель многих людей.

Николай Коперник(1473–1543) – великий польский астроном и математик. Автор современной гелиоцентрической системы мира.

Ретик (Георг Иохим фон Лаухен)(1514–1574) – немецкий астроном и математик. Единственный ученик Коперника. В 1540 году опубликовал первое изложение коперниканской системы.

Каноник– священник католической церкви.

Протестантизм– широкое христианское течение, отделившееся от католической церкви. Возникло в XVI веке при Реформации и представляет собой множество ответвлений: лютеранство, кальвинизм, англиканство, квакерство, баптизм и т. д. Доминирует в США и Северной Европе, в том числе – в Англии и Скандинавии.

Сказка об аристократе Тихо Браге с золотым носом и стальной астролябией

– В сказках злые колдуны часто обманывают людей, попавших в беду в дальней дороге: обещают им помощь в обмен на то, про что они ещё не знают. Легкомысленные путешественники соглашаются, а вернувшись домой, узнают, что у них родился сын, которого и нужно отдать колдуну.

– Это слишком сказочные сказки, – заявила Галатея. – В жизни таких людей не найти.

– Хм… – лукаво прищурилась Дзинтара. – Я расскажу вам реальную историю, которая невероятней любой сказки. Здесь есть и человек, который пообещал подарить своего нерождённого сына; и запретная любовь принца и простолюдинки; и король, который тонул в холодном море и был спасен ценой жизни своего друга; и даже редкий случай, когда знаки неба оказали на земную судьбу человека реальное влияние.

– И это всё в одной истории? – удивился Андрей.

– Кроме того, здесь будет кража ребёнка и кровавая дуэль; запрет глядеть на звёзды и подземная астрономическая обсерватория; пьяный домашний лось и ссора с королём, которая закончилась бегством в чужую страну.

– Мама, ну начинай уже скорее свою историю! – нетерпеливо воскликнула Галатея.

– Хорошо. Я начну её с одного декабрьского вечера 1546 года. Это было через три года после смерти Коперника.

Вечерело. Серые волны Балтийского моря с шумом забегали на пологий берег, выплескивали янтарные камушки и сползали назад. Снег покрывал поля Датского королевства, собирался на крышах хижин и дворцов, обитатели которых уже укладывались спать. Но в большом замке из красного кирпича царила суматоха, в окнах метались многочисленные огни.

Только что у богатого аристократа Отте Браге родились двое сыновей-близнецов!

Очень обрадовались родители новорожденным близнецам. Ещё больше радовался им флотский адмирал Йерген Браге, бездетный брат Отте, живший в замке по соседству. Ведь Йерген заранее уговорил Отте отдать ему сына-первенца, по обычаю древних викингов.

– В момент этого договора братья были наверняка пьяны, как

эти самые викинги! – заметил с мудрой усмешкой Андрей.

Дзинтара пожала плечами и продолжила рассказ:

– Вскоре один из близнецов умер, и Отте отказался от своего опрометчивого обещания и не отдал адмиралу своего другого сына, которого назвал Тюге. Но Йерген, так долго мечтавший о сыне, не смирился – он улучил момент, когда родителей Тюге не было дома, украл уже полуторагодовалого племянника и заперся с ним в своём замке.

– Какое безобразие! – возмутилась Галатея. Дзинтара подтвердила:

– Родители Тюге тоже негодовали! Но они, конечно, понимали, что Йерген со своей женой Ингер, не чаявшие в Тюге души, не сделают ему ничего плохого. Вскоре у родителей Тюге появился ещё один сын, и они смирились со сложившейся ситуацией. Всего же в семье Отте было пятеро мальчиков и столько же девочек.

– Транжиры! – непонятно прокомментировала Галатея.

– Тюге стал единственным наследником богатого адмирала и рос окружённый заботой и вниманием. Ингер вышла из интеллектуальной семьи, и, благодаря приёмной матери, Тюге получил хорошее образование и не стал, как другие аристократы, придворным или дипломатом.

– Тогда это были неинтеллектуальные профессии для необразованных аристократов? – удивился Андрей.

– Уже в двенадцать лет, после великолепного домашнего обучения (оно было исключительным для того времени, например, его родные братья дома латынь не изучали) – мальчик поступил в Копенгагенский университет, назвавшись на латинский манер – Тихо Браге.

И тут небо активно вмешалось в судьбу Тихо.

В один прекрасный августовский день, выйдя из университетского здания, Тихо увидел, что всё вокруг потемнело, словно день внезапно сменился сумерками. Прошло несколько минут – и дневное небо преобразилось, стало чужим и незнакомым. На нём появились звёзды! А посередине небес вместо Солнца повисло странное светило – чёрное, с белой растрёпанной короной.

Рыжеволосому юному Тихо было всего четырнадцать, его сердце было открыто для тайн и мечтаний. Затмение Солнца произвело на него неизгладимое впечатление. Небо оказалось не застывшей декорацией земной жизни, оно существовало по своим загадочным законам, которые ускользали от человеческого понимания. И у Тихо появилась мечта – узнать таинственные законы небес.

Несколько последующих лет Тихо Браге обучался в европейских университетах, особенно интересуясь звёздами и планетами. Интерес к астрономии подогревался запретом: приёмные родители Тихо хотели, чтобы он учил юридические, а не небесные законы.

Чтобы юноша не занимался астрономическими глупостями и не глазел попусту на звёзды, к нему приставили специального гувернёра, который следил за расходом денег и запрещал покупку любых астрономических инструментов.

– Лучшего стимула для занятий астрономией не выдумаешь! – удовлетворенно воскликнул Андрей.

– Ночь, лишь под окнами бредёт запоздалый гуляка, стуча каблуками по булыжной мостовой. Тсс, не шумите! Шестнадцатилетний Тихо Браге тайно, пока гувернёр храпит – хорошо, что астрономией занимаются ночами! – с помощью примитивного деревянного циркуля измеряет угол между сближающимися в небе Юпитером и Сатурном.

Тихо восхищён, что астрономы научились предсказывать небесные события заранее на много лет, но недоволен точностью их предсказаний: он сверяется с «эфемеридными» таблицами Регионтана и узнаёт, что геоцентрическая теория Птолемея ошиблась в предсказании сближения Юпитера и Сатурна на месяц. Гелиоцентрическая теория Коперника, в которую Тихо не очень верит, предсказывает время сближения двух этих планет заметно точнее, но всё равно ошибается на несколько дней. Юноша размышляет: «Чтобы детально изучить механику движения небес, нужна программа долгого наблюдения звёзд и планет из одной точки земной поверхности!»

Но пока Тихо ещё учится – вместе с сотнями других молодых людей, съехавшихся в университет из многих городов и стран. Однажды Тихо заспорил со студентом-датчанином о правильности одной математической формулы. Потом эти двадцатилетние юнцы не сошлись во взглядах – кто должен пригласить на танец самую красивую девушку на свадебном празднестве в доме знакомого профессора. И после шумной рождественской пирушки, не в силах иначе доказать свою

правоту, юнцы устроили дуэль на фамильных мечах. Дуэль в тёмном переулке привела к тому, что противник перерубил мечом нос у Браге. Крови было море!

– Но это же не означает, что Браге был неправ! – возмутилась Галатея кровавым обычаям средневековых студентов.

– Конечно, нет. Противник Тихо станет потом его другом и видным политиком Дании. Но всю оставшуюся жизнь Тихо Браге будет носить золотой протез, скрывающий его перерубленный нос. Кое-кто полагает, что повреждённое лицо отвратило аристократа Браге от придворной жизни и склонило его к наукам и уединению.

В это время жизнь Тихо резко изменилась из-за того, что горячая лошадь датского короля встала на дыбы и упала с копенгагенского моста в холодную воду. Король – в тяжёлой одежде и опоясанный мечом – стал тонуть. И тут в ледяную воду на помощь прыгнул адмирал Йерген. Король был спасен, но пятидесятилетний адмирал получил воспаление легких и вскоре умер.

Тихо становится владельцем большого состояния и, поселившись в Германии, без помех заказывает астрономические инструменты и вволю наблюдает звёздное небо.

Болезнь родного отца Отте заставляет Тихо вернуться в Данию. Вскоре и Отте умирает, завещая Тихо половину фамильного замка.

Двадцатипятилетний Тихо в растерянности: астрономия зовёт его в Германию с её ясными ночами, а хозяйственные заботы о замке удерживают его в туманной Дании.

И тут в жизнь Тихо вмешался могущественный земной фактор. На сельском празднике Тихо встретил красивую веселую Кирстен и сразу влюбился в неё, хотя она была обычной сельской девушкой, дочкой местного священника.

Любовь, как известно, никаких сословных предрассудков не признаёт.

Но сословные законы шестнадцатого века, наоборот, сентиментальностью не отличались и категорически запрещали браки между влюблёнными аристократами и прекрасными простолюдинками.

– Безобразие! – рассерженно прошипела Галатея.

– Но Тихо нашёл юридическую лазейку: в датском законе говорилось, что если женщина открыто живёт три зимы в доме мужчины и носит ключи от его дома на своём поясе, то она может называться его женой, хотя не может появляться с ним на публике, носить его фамилию и наследовать его имущество – как и их дети.

* * *

Тихо и Кирстен преодолеют все препятствия и проживут вместе тридцать лет. Кирстен родит Тихо восьмерых детей и умрет вскоре после смерти мужа. Тихо и Кирстен будут похоронены вместе – как они и жили.

* * *

Но не будем забегать вперёд.

Семейная жизнь Тихо и Кирстен только началась. Тихо забывает о небе, забрасывает астрономию, устраивает в имении стекольный и бумажный заводы, занимается алхимией в своей лаборатории, надеясь с помощью философского камня получить золото.

Тут небо забеспокоилось и послало красавицу Кассиопею вмешаться в размеренную земную жизнь Тихо. Это хорошо известное созвездие в виде буквы W изменило своё лицо в 1572 году. В Кассиопее вспыхнула новая звезда – да такая яркая, что она стала видна в полдень!

Тихо Браге, увидев небесную Кассиопею, украшенную такой необычной драгоценностью, просто не поверил собственным глазам и позвал на помощь свою земную Кирстен. Жена подтвердила, что тоже видит звезду, сияющую днём.

Тихо словно очнулся от земных дел. Он так восхищён новой звездой, что любуется ей постоянно, вызывая ревность Кирстен.

Новая звезда Кассиопеи окончательно изменила судьбу Браге и связала её с небом.

По результатам собственных наблюдений Тихо публикует книгу «О новой звезде» и получает широкую известность как астроном. Он путешествует по Европе и снова думает о реализации своей мечты и об организации в Германии обсерватории, которая заложила бы, по мысли Тихо, «фундамент для возрождения астрономии».

Король Дании, узнав, что видный астроном собирается покинуть страну, дарит тридцатилетнему Тихо Браге в пожизненное владение остров Вен размером в несколько километров, чтобы астроном мог устроить там свою обсерваторию. При этом король Фредерик высказал надежду, что своими трудами Тихо Браге «прославит страну, короля и самого себя». Король был совершенно прав, так впоследствии и получилось. На постройку и содержание обсерватории король выделил значительное количество золота. На свои

астрономические занятия Браге тратил до одного процента доходов всей Дании.

– Это же так мало – всего один процент на звёзды! – не утерпела Галатея.

– По тем временам это были огромные суммы, – ответила Дзинтара. – На постройку и содержание обсерватории Тихо Браге ушло больше тонны золота, включая почти всё состояние самого Браге. Уже через год Тихо Браге приступает к наблюдениям на новом месте и не прекращает их в течение двадцати одного года. За это время на острове вырос целый научный городок – Ураниборг. Интересно, что часть помещений обсерватории располагалась под землей – чтобы защищать наблюдателей от холодного ветра и дать астрономическим инструментам надёжную опору.

– Но ведь крыша этих зданий все равно была открыта? – не утерпела Галатея.

– Конечно, иначе звёзды не увидишь. Но наблюдать звезды в течение долгих морозных ночей было настолько холодно, что астрономы использовали любую возможность укрыться от ветра.

За двадцать лет Тихо Браге на своём острове сделал десятки тысяч наблюдений звёзд и планет (Тихо помогала дюжина учеников и помощников). Наблюдения каждого года составляли целую книгу, которая публиковалась в собственной типографии обсерватории. Ураниборг стал первой астрономической обсерваторией современного образца.

Большое внимание Тихо уделял Луне, планетам и кометам. В 1577 году, наблюдая движение яркой кометы, Браге приходит к важному выводу, что нет никаких хрустальных сфер, к которым, как думали древние астрономы, прикреплены планеты. Он писал: «Движением комет четко доказано, что небесная машина – это не твёрдое тело, непроницаемое, составленное из различных реальных сфер, как до сих пор думали многие, но текучее и свободное, открытое во всех направлениях, которое не чинит абсолютно никаких препятствий свободному бегу планет».

– Верно, иначе комета побила бы в своём движении весь небесный хрусталь! – засмеялся Андрей.

– Но особенно интриговал астронома Марс – яркая планета, которую так удобно наблюдать и которая так странно ведет себя – то замедляется, то ускоряется и даже делает на небе огромные петли. Модель Коперника описывала движение Марса с невысокой угловой точностью – около одного градуса, или двух диаметров Луны. А в 1593 году вообще случилась «астрономическая катастрофа» – Марс резко отклонился от предсказаний теории Коперника на четыре с лишним градуса!

Теория Птолемея давала значение, отличающееся от реального положения планеты на пять с лишним градусов!

Предсказание модели Коперника было настолько неточным, что аккуратный наблюдатель Тихо потерял веру в гелиоцентрическую теорию и придумывает свою систему мира, в которой Земля неподвижна, но остальные планеты вращаются не вокруг неё, а вокруг Солнца, которое само было спутником Земли. Тихо наблюдал небо, надеясь, что накопленные наблюдения позволят подтвердить не коперниканскую, а его систему мира. Но аккуратные наблюдения тем и ценны, что не зависят от желания наблюдателя.

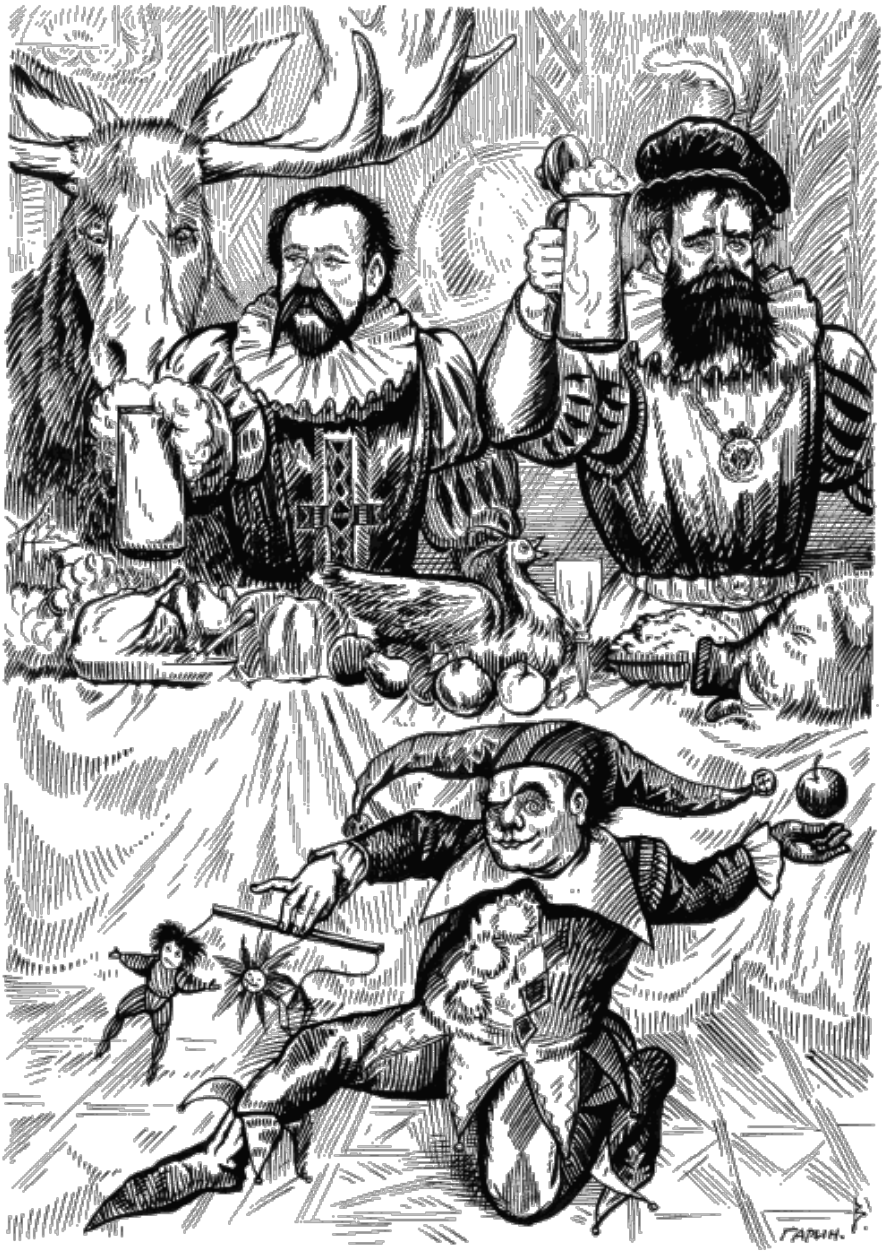
Тут Дзинтара нахмурилась, видимо вспомнив что-то своё. Потом вздохнула и продолжила:

– В то время на обсерваториях ещё не было телескопов.

– Как? – не поверила своим ушам Галатея. – Обсерватория – и без телескопов?

– Да, тогда ещё телескоп не изобрели, и астрономы пользовались лишь своими глазами и угломерными инструментами. Тихо Браге построил несколько многометровых стальных и латунных угломеров – астролябий, квадрантов и армиллярных сфер – и совершил революцию в наблюдательной астрономии, повысив точность измерения положения светил на небе в десять раз и составив каталог из более чем тысячи звёзд, положение которых было измерено с необычайной аккуратностью.

* * *



Тихо Браге был одновременно и астрономом, и аристократом шестнадцатого века. Он жил в своём феодальном замке на собственном острове. Замок имел редкий в те времена водопровод на всех этажах. В Ураниборге кипела жизнь: повседневные роскошные ужины на две дюжины человек; музыка, песни и стихи; карлик, играющий роль шута; любимые собаки и огромный домашний лось, который однажды выпил слишком много пива на приёме в честь заезжего вельможи, упал на

лестнице и расшибся насмерть.

В гости к Тихо приезжали учёные и аристократы. В замке были специальные покои для датского короля, который был личным другом астронома и мог в любой момент навестить его. Шотландский король Яков с королевой Анной тоже побывал в Ураниборге, восхитился и воспел Тихо в поэме, написанной латынью.

София, младшая сестра Тихо Браге, увлеклась астрономией и помогала своему брату в наблюдениях, часто посещая его обсерваторию. Но остальные родственники осуждали Тихо и Софию, считая науку занятием, недостойным людей благородного происхождения.

* * *

Но долгие годы расцвета Ураниборга подходили к концу: датский король Фредерик, расположенный к Тихо, умирает. Его наследник, юный король, собирает деньги на войну и постепенно прекращает финансирование обсерватории. Новый король возмущается «греховным» – то есть не освященным церковью – браком Тихо и вскоре отбирает у аристократа-астронома крупное норвежское поместье, дававшее доход для поддержания Ураниборга. Тихо пытается объясниться с королем, но это приводит лишь к окончательной ссоре. Надменный и набожный король рассматривает астронома Браге лишь как своего слугу, который должен подчиняться королевским приказам. В конце концов король попросту запрещает Тихо астрономические занятия, «полные опасной любознательности».

– А король-то – глупый! – воскликнула маленькая девочка Галатея. – Как его звали?

– Не думаю, что он стоит упоминания в нашей истории о знаменитом Тихо Браге. Это был всего лишь обычный король… – пожала плечами Дзинтара. – После ссоры с новым датским властителем Тихо Браге понимает, что настало время уезжать. Продав брату свою часть фамильного замка и собравшись в одну ночь, он отплывает с семьей с острова Вен.

Тихо поселяется в Праге и становится придворным астрономом императора Рудольфа II.

Вместе с собой он привозит архив своих наблюдений, а потом переправляет и главные инструменты с Ураниборга, включая металлические угломерные инструменты. Но прочно обосноваться на новом месте Тихо Браге не пришлось.

В возрасте пятидесяти четырёх лет аристократ и астроном

Тихо Браге скончался от внезапной болезни. Умирая, он прошептал: «Жизнь прожита не напрасно!»

Тихо был прав: своей выдающейся и длительной деятельностью астронома-наблюдателя он заслужил благодарность потомков. Именем Тихо Браге назван один из самых примечательных кратеров на Луне и кратер на Марсе.

Тихо Браге выполнил свою мечту – он точно измерил ход космических светил и фактически узнал законы неба. Они были собраны в его многочисленных таблицах и ждали теоретического осмысления и превращения в точные математические формулы.

Император Рудольф велел похоронить протестанта Браге с рыцарскими почестями в главном католическом соборе Праги, что по тем временам было немыслимым нарушением обычных правил. На совместном надгробии Тихо Браге и его жены Кирстен высечен девиз жизни астронома:

«Не власти, не богатства, а только скипетры науки вечны»

Перед самой смертью Тихо успел сделать то, что позволило делу всей его жизни получить блестящее завершение: аристократ-наблюдатель передал записи своих бесценных наблюдений бедняку-математику Иоганну Кеплеру, сопровождая свой подарок наказом подтвердить систему мира, придуманную Тихо Браге.

Но это уже другая история с другим героем.

Примечания для любопытных

Тихо Браге(1546–1601) – знаменитый датский астроном и аристократ. Основатель крупнейшей обсерватории Европы XVI века.

София Браге(1556–1643) – младшая сестра астронома Тихо Браге. Самостоятельно изучала астрономию и помогала брату в его работе. Занималась химией, медициной и генеалогией.

Король Фредерик II(1534–1588) – король Дании и Норвегии с 1559 года.

Император Рудольф II(1552–1612) – король Германии, с 1576 года – император Священной Римской империи.

Король Яков VI Шотландский(он же – король Яков I Английский) (1566–1625) – король Шотландии, а с 1603 года – король Шотландии и Англии.

Королева Анна(1574–1619) – дочь датского короля Фредерика II, жена короля Якова I (VI), королева Англии и Шотландии.

Сверхновая звезда 1572 года– звезда, взорвавшаяся на расстоянии 7500 световых лет от Солнечной системы – то есть за 7500 лет до того, как её заметили на Земле. Сейчас эту звезду называют «Сверхновая Тихо Браге».

Комета 1577 года– яркая долгопериодическая комета, более не возвращавшаяся к Земле. Длина кометного хвоста достигала 30 градусов.

Сказка о бедняке Кеплере и эллипсе из немецкой сосиски

– Жил-был несчастный мальчик по имени Иоганн. – Подражая дребезжащему голосу старухи-сказочницы, королева Никки, приехавшая в гости к принцессе Дзинтаре, рассказывала Галатее и Андрею новую историю: – Родился мальчик Иоганн в зимнюю стужу в бедняцком доме и в четыре года чуть не умер от оспы. Его отец был злобным и сварливым человеком, который бросил семью, ушёл в солдаты-наёмники и исчез навсегда. Мать тоже была тяжёлого нрава, неграмотна и кое-как зарабатывала траволечением.

Короче, это была очень несчастная и бедная семья. И сам мальчик ходил, повесив голову и глядя под ноги.

Однажды ночью мать разбудила Иоганна, которому уже исполнилось шесть лет, и вывела его на улицу, засыпанную снегом.

– Смотри! – И мать ткнула пальцем в небо.

Иоганн поднял голову и оцепенел от восторга.

По небу летела жар-птица – огромная, с сияющим хвостом. Она остановилась прямо над головой Иоганна, свесила по-русалочьи свой полыхающий хвост и лукаво рассмеялась – словно множество хрустальных колокольчиков запело. На улице стояла толпа людей – они все смотрели на небо, но небесная жар-птица пела песню только ему одному, Иоганну.

– Хм… – сказала скептически Галатея.

Никки вернула себе обычный голос:

– Не смейся, так оно и было на самом деле. Хотя надо признать, что комета 1577 года произвела немалое впечатление и на датчанина Тихо Браге, который следил за ней со своего острова.

Комета осветила трудную жизнь мальчика Иоганна.

– Откуда она прилетела? – расспрашивал он мать. – Там есть ещё… такие красивые?

Та лишь пожимала плечами – откуда неграмотной женщине знать тайны неба?

Три года спустя мать Иоганна снова разбудила его ночью.

Он вышел на улицу, поднял голову к небу и ужаснулся.

Круглая Луна была больной. Она светила гораздо слабее обычного и была кроваво-красной!

Это было лунное затмение.

Мальчик твёрдо решил – он обязательно должен узнать

законы загадочного неба, таинственные правила внутренней жизни космоса, которые управляют движением комет и Луны.

Для этого нужно было хорошо учиться, поэтому Иоганн стал первым учеником в монастырской школе. После её окончания городские власти дали ему стипендию для обучения в Тюбингенском университете. Профессор астрономии Местлин, который преподавал на уроках официальное учение Птолемея,

втайне был приверженцем теории Коперника. Местлин рассказал своему ученику Иоганну о гелиоцентризме – и юноша был покорен красотой запретной теории неба.

Закончив университет, Кеплер стал учителем математики в гимназии города Грац и вскоре женился на местной вдове, дочке мельника Барбаре, о которой саркастический Кеплер впоследствии вспоминал как о «простушке и толстушке».

– Хм! – тут уже слегка шокированно отозвался Андрей.

Никки вздохнула:

– С обычной точки зрения, и повзрослевшего Кеплера трудно было назвать счастливым человеком: он был болезненным, страдал фурункулами, желудком и головными болями. Он не любил мыться, и у него была сильная близорукость: Луна в его глазах попросту расщеплялась на несколько изображений. Семейная жизнь Кеплера не складывалась, финансовые дела были не блестящи…

– Да уж, баловнем фортуны его никак не назовёшь! – отозвалась Галатея.

– Но в душе Кеплера горело яркое желание познать гармонию космоса. Он нашёл загадочные математические соотношения между размерами орбит планет и опубликовал книгу «Тайна мира». В ней проявились его глубокие знания астрономии и впечатляющий математический талант. Кеплер послал свою книгу Тихо Браге и Галилею. С Галилеем у Кеплера завязалась многолетняя переписка.

Через шесть лет католики захватили город Грац и выгнали из него протестанта Кеплера. У католиков и протестантов один бог, но любят они его по-разному, отчего часто ссорятся и даже убивают друг друга.

– Интересно, что по этому поводу думает их общий бог… – пробормотал Андрей.

– Тихо Браге к этому времени переехал в Прагу и стал придворным астрономом императора Рудольфа. Для обработки своих многолетних наблюдений пожилой Тихо нуждался в молодом помощнике-математике. Браге вспомнил о присланной ему книге и пригласил 29-летнего учителя математики к себе на работу.

В 1600 году Кеплер прибыл в Прагу, где началось самое плодотворное десятилетие его жизни.

Трудно представить более разных людей: властный и громогласный аристократ-наблюдатель Тихо Браге и немногословный худой школьный учитель математики Кеплер. К тому же Кеплер был приверженцем теории Коперника, а Тихо Браге верил в свою систему мира, в которой Солнце вращалось

вокруг Земли, а остальные планеты – вокруг Солнца.

Кеплеру и Браге не удалось поработать вместе: Тихо Браге через несколько месяцев после их встречи внезапно умирает. Кеплер становится придворным астрономом, обладателем всех наблюдательных данных Тихо Браге и приступает к решению задачи, которая с незапамятных времён мучила астрономов: он пытается распутать тысячелетнюю загадку запутанных орбит планет.

Действительно, если проследить за движением Марса среди звёзд, то мы с удивлением обнаружим, что Марс ведёт себя очень странно. Примерно раз в два года он перестаёт двигаться в обычном направлении, останавливается и пятится! За несколько месяцев Марс делает петлю или зигзаг на небе, лишь потом успокаивается и продолжает своё обычное движение.

Что за странные танцы в небе?

Аналогичные «кривули» на небе описывают и другие планеты, но петля Марса самая заметная.

Птолемей объяснял такое попятное, или петлеобразное, движение тем, что Марс движется по маленькому кругу – эпициклу, а сам центр эпицикла движется вокруг Земли по гораздо большему кругу и в противоположную сторону. Разнонаправленные движения по двум кругам складываются так, что планета может пятиться в небе.

Коперник считал, что планеты двигаются вокруг Солнца, но всё равно был вынужден сохранить два круговых разнонаправленных движения для каждой планеты, кроме самой Земли, которая равномерно летела по простой и совершенной круговой орбите.

Кеплер был коперниканцем, но видел, что теория Коперника не совпадает с наблюдениями Тихо Браге, хотя и меньше, чем птолемеева система мира.

– А почему он не отказался от теории Коперника, как это сделал Тихо Браге? – спросил Андрей.

– Искать новую теорию или улучшать старую – эту проблему решает каждый учёный, столкнувшийся с несовершенством теории, – сказала Никки. – Истина может лежать в обоих направлениях. В данном случае Кеплер верил, что можно улучшить теорию Коперника. Иоганн был полон решимости найти такие коперниканские орбиты планет, которые бы точно согласовывались с наблюдениями Тихо Браге.

Но как это сделать?

Кеплер был первым учёным в мире, который задумался не над тем – КАК движутся планеты, а над вопросом – ПОЧЕМУ они так движутся? Он прочитал книгу англичанина Вильяма

Гильберта, который объяснял поведение стрелки компаса тем, что Земля сама является огромным магнитом. Кеплер задумался: может быть, в космосе действует магнитная сила Солнца, которая и заставляет планеты двигаться по своим орбитам?

Идея космической силы, связанной с Солнцем, была поистине гениальной и продвигала Кеплера в его рассуждениях. Он думал так: Меркурий расположен ближе всего к Солнцу, источнику силы, и двигается быстрее остальных планет. Чем дальше планета от Солнца, тем медленнее она движется. Так, может, это правило работает и для одной планеты? Ведь она движется по некруговой орбите то ближе к Солнцу, то дальше.

И Кеплер делает смелый шаг – отказывается от древнего принципа равномерного движения планеты по орбите. Теперь в его расчётах и Марс, и Земля движутся по своим орбитам, меняя скорость, – ускоряясь возле Солнца и замедляясь вдали от него. Проделав все необходимые вычисления, Кеплер увидел, что новая теория гораздо лучше совпадает с наблюдениями.

Он на верном пути! Но новая теория всё ещё отклонялась от точных наблюдений Тихо Браге. Может, наблюдения плохи? Нет, Кеплер знал, что Браге был самым аккуратным наблюдателем за всю историю астрономии. Он заставлял своих помощников одновременно наблюдать одну и ту же планету из разных башен своей обсерватории, а потом проверял совпадение их данных.

– И он сразу замечал по этим данным, если кто-то из его помощников задремывал и делал неточные наблюдения! – хихикнул Андрей. – Вот им, наверное, попадало после этого!

Никки согласилась:

– Браге отбирал только надёжные наблюдения и усреднял их, добиваясь невиданной точности измерения орбит. Поэтому теоретик Кеплер решил поверить не в свою новую теорию, а в аккуратные наблюдения Тихо Браге.

И принялся искать другое теоретическое решение.

Прошло два года. Кеплер напряжённо думал. Предположение о круговых основных орбитах и дополнительных эпициклах той же «совершенной» формы сковывало его по рукам и ногам.

Тысячи лет круг считался самым «священным» вариантом для орбит небесных светил. Но природа – насмешливый еретик, она не следует святым людским правилам, и карманы её полны сюрпризов…

За ужином Кеплер был рассеян. Напряжённо раздумывая о небесных орбитах, он положил на свою тарелку толстую немецкую сосиску и разрезал её поперек ножом. Вот, даже срез сосиски – круг. Да, но если придавить сосиску вилкой… вот так… то круг превращается в овал. Может быть, попробовать

использовать для формы орбиты овал или эллипс? Это крамольная мысль, но если она будет согласовываться с наблюдениями Браге, то…

Кеплер вскочил из-за стола, забыв про ужин, и приступил к расчётам.

Нужно было решить – где поместить Солнце в орбитальном эллипсе – в его центре или в его фокусе?

Кеплер проверял все варианты.

И вот настал знаменательный день: когда Кеплер поместил Солнце в точку, которая была одновременно фокусом эллиптических орбит и Марса, и Земли, то все наблюдения Тихо Браге, как по волшебству, улеглись на теоретическую кривую!

Новая теория избавилась от эпициклов, полностью объяснила попятное движение Марса и других планет по небу и заодно низвела Землю до обычной планеты с некруговой орбитой – как и у остальных небесных тел, вращающихся вокруг Солнца.

Такие ослепительные моменты выпадают раз в жизни – и то далеко не в каждой. Кеплер был счастлив до слёз.

* * *

В 1609 году Иоганн Кеплер публикует книгу «Новая астрономия», в которой содержатся два закона небесной механики, известных сейчас как **первый и второй законы Кеплера**:

1. Форма планетной орбиты – эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце.

2. Скорость движения планеты по орбите меняется так, что линия, соединяющая планету с Солнцем, заметает одинаковую площадь за каждую единицу времени. (Другими словами, скорость орбитального движения планеты больше возле Солнца и меньше вдали от него.)

– Что такое «заметает»? – спросила Галатея.

– Возьми линейку и проведи её ребром по пыльной поверхности. Всё, что станет почище, – это и есть площадь, которую «замела» твоя линейка, – пояснила Никки.

– Линейка у меня есть, но где мне взять такую пыльную поверхность? – задумалась Галатея.

– Я легко помогу тебе в этом, – успокоил брат сестру, и Никки продолжила:

– «Новая астрономия» содержала 900 страниц трудоёмких математических вычислений. В середине этого математического моря Кеплер оставил плавать такое эмоциональное замечание: «Если этот утомительный метод вызывает в вас отвращение, то пусть он также вызовет ваше сочувствие ко мне, потому что я проделал эти выкладки не менее семидесяти раз…»

Благодаря точнейшим наблюдениям Браге и математическому гению Кеплера, гелиоцентрическая система Коперника всего за шестьдесят лет обрела совершенное математическое воплощение и превосходное наблюдательное подтверждение, чего теория Птолемея не смогла достичь и за полторы тысячи лет.

Коперниканская теория сумела прекрасно объяснить движение Земли и пяти видимых планет, известных с незапамятных времён.

Кеплер не смог выполнить завещание Тихо Браге и подтвердить его теорию строения планетной системы. Но он восславил своего старшего коллегу не как теоретика, а как великого наблюдателя.

Девятью годами позже Кеплер добавил к двум первым законам небесной механики ещё и **третий закон**, связавший среднее расстояние и период обращения планеты.

Никки обратилась к детям:

– Хотите самостоятельно открыть третий закон Кеплера?

– Хотим! – воскликнул Андрей.

– Э-э-э… да! – поддержала его Галатея.

Никки кивнула и принялась писать на листке бумаги цифры, по ходу дела поясняя:

– Если принять среднее расстояние от Земли до Солнца за единицу (она называется **астрономической единицей**и обозначается – **а. е.**), то средние расстояния от Солнца и периоды обращения шести планет, известных во время Кеплера, будут таковы:

Меркурий: 0,387 а. е., 0,241 года;
Венера: 0,723 а. е., 0,615 года;
Земля: 1,000 а. е., 1,000 год;
Марс: 1,524 а. е., 1,881 года;
Юпитер: 5,203 а. е., 11,862 года;
Сатурн: 9,539 а. е., 29,458 года.

Никки протянула листочек детям и сказала:

– Завтра вооружитесь калькулятором и попробуйте обнаружить изумительную закономерность, спрятанную в приведённых выше числах.

(Вы тоже это можете сделать, читатель. Если же вам недосуг открывать законы неба, и вы просто хотите проверить закон, найденный Кеплером, то вычислите **куб**среднего расстояния планеты от Солнца и разделите его на **квадрат**периода обращения планеты – и вы получите, что у **ВСЕХ**планет Солнечной системы эта величина практически одинакова – даже если рассчитать эту величину для Урана и Нептуна, неизвестных во времена Кеплера, или для любого из сотен тысяч открытых ныне астероидов!)

Никки, озадачив ребят, продолжила:

– С помощью своих законов Иоганн Кеплер сумел точно предсказать положения всех планет на небе на сотни лет вперёд. Кеплер, основываясь на наблюдениях Тихо Браге, опубликовал за свой счёт «Рудольфовы таблицы», которые пользовались огромной популярностью и были надёжным инструментом астрономов и моряков в течение двухсот лет.

Достижения Кеплера этим далеко не исчерпываются. Например, переписываясь с Галилеем, он предложил новый тип телескопа, который вскоре вытеснил схему телескопа самого

Галилея.

Многие из этих научных достижений пришлись не на пражский период, а на заключительную и очень беспокойную часть жизни Кеплера.

* * *

В 1611 году спокойная жизнь императорского астронома Кеплера закончилась: его старший сын умирает от оспы, а жена – от эпилепсии. В это же время император теряет корону, и Кеплер переезжает в Линц – столицу Верхней Австрии, где женится второй раз на дочери столяра.

Жизнь продолжает испытывать Кеплера на прочность.

Мать Кеплера, живущая в Леонберге, обвиняется в колдовстве, её сажают на железную цепь у городских ворот.

– Пожилую женщину сажают на цепь у ворот? – переспросила недоверчиво Галатея.

– Обвинение в колдовстве было смертельно опасно в семнадцатом веке: только за одну зиму в Леонберге сожгли шесть женщин, объявленных ведьмами. Тётка матери Кеплера была сожжена по тому же обвинению.

Кеплер защищает свою мать и добивается её оправдания. Но, измученная долгой неволей, Катарина Кеплер умирает через год после освобождения.

Позже Линц попадает в осаду восставших крестьян-протестантов и сгорает в пламени религиозной войны.

Кеплер снова переезжает – уже в немецкий город Ульм. Он не подозревает, что через двести пятьдесят лет в этом местечке родится Эйнштейн – человек, который сможет уточнить законы Кеплера и вывести небесную механику на уровень небесной физики.

Финансовые дела у Иоганна Кеплера идут всё хуже. Он всё ещё является придворным астрономом, но зарплату ему уже многие годы не выплачивают: у нового императора слишком много военных расходов.

Вся Европа охвачена кровопролитной Тридцатилетней войной.

Осенью 1630 года Кеплер отправляется к императорскому двору, надеясь получить хотя бы часть жалованья. Стоит слякотный холодный ноябрь. По дороге Иоганн Кеплер сильно простужается и умирает…

На его могиле высечены латинские строки, написанные самим Кеплером:

Я небеса измерял;
Ныне тени Земли измеряю.
Дух мой жил на небе;
Здесь же тень тела лежит.

* * *

Наследникам Кеплера досталась поношенная одежда, двадцать два флорина наличными, тридцать тысяч флоринов невыплаченного жалованья и архив научных рукописей, большая часть которых в восемнадцатом веке была приобретена Петербургской академией наук.

Через несколько лет после смерти Кеплера была опубликована последняя и неожиданная книга великого учёного: научно-фантастическое повествование об астрономе, который летит на Луну и наблюдает небо с гораздо более выгодной точки, чем Земля. Видимо, это было первое в истории научно-фантастическое произведение (с ударением на «научное»).

– Эй, хочу почитать эту книгу! – воскликнул Андрей.

Никки задумчиво сказала:

– Кеплер был болезненным и небогатым человеком. Он сам и его семья страдали от войн и эпидемий, религиозных преследований и инквизиции. Но одновременно он был очень счастливым учёным, который открыл истинные законы механики неба.

Кеплер сумел преодолеть все трудности и вывести точные законы, которые до сих пор используют астрономы и небесные механики. Именем Кеплера названы кратеры на Луне и Марсе, астероид номер 1134 и сверхновая звезда, университет в Линце и станция венского метро, а также космический телескоп НАСА, созданный для поиска планет возле других звёзд – и действительно открывший многие сотни новых планет. Но самое главное – стоит вам зайти в обсерваторию или в астрономический институт – и вскоре вы услышите привычное среди астрономов выражение: «Согласно закону Кеплера…» Для настоящего учёного это высшая из наград.

Андрей сказал:

– Да, «согласно закону Андрея Шихина» звучало бы здорово.

Никки улыбнулась и встала с кресла, собираясь покинуть детскую спальню.

– В 1609 году, когда Кеплер опубликовал свою книгу и совершил переворот в небесной механике, произошла революция

и в наблюдательной астрономии – был изобретен телескоп. Совершил эту революцию Галилей, один из основателей современной науки. Но это тема для другой истории, которую я вам расскажу в следующий раз.

Никки вышла и аккуратно затворила за собой дверь.

Примечания для любопытных

Вильям Гильберт(1544–1603) – английский физик и придворный врач. Изучал магнитные явления. Ввел термин «электрический».

Иоганн Кеплер(1571–1630) – выдающийся немецкий астроном, математик и оптик. Открыл точные законы движения небесных тел.

Галилео Галилей(1564–1642) – великий итальянский учёный, создавший первый телескоп.

Альберт Эйнштейн(1879–1955) – знаменитый учёный, создавший общую теорию относительности, заменившую в двадцатом веке теорию гравитации Ньютона.

Фокус эллипса. Забейте два гвоздика в плоскую поверхность. Привяжите к ним верёвку, которая будет немного длиннее расстояния между гвоздями. Возьмите карандаш и натяните им верёвку так, чтобы получился треугольник. Проведите кривую линию этим карандашом, следя за тем, чтобы верёвка все время была натянута и свободно скользила по карандашу. Перебросьте верёвку и карандаш на другую строну гвоздиков и снова опишите кривую, которая должна соединиться с первой кривой и образовать замкнутую фигуру, которую называют **эллипс**.

Два гвоздика – это два **фокуса**этого эллипса, а точка на середине расстояния между гвоздями – это **центр**эллипса.

Чем длиннее верёвка, тем ближе становится эллипс к окружности (другими словами, эксцентриситет, или сплюснутость, эллипса уменьшается до нуля).

Флорин– монета, распространённая в средневековой Европе. Чеканилась из золота или серебра.

НАСА– Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космоса. Создано в 1958 году в ответ на запуск советского спутника и отвечает за космические исследования, разработку ракет и спутников. Все фотографии космоса и Земли, полученные НАСА, являются общественным достоянием и могут свободно копироваться (со ссылкой на источник).

Сказка о заключённом Галилее и физическом принципе вагона-ресторана

– Иногда дети совершают удивительные открытия, – задумчиво сказала Никки.

– Иногда? – возмутилась Галатея. – Да мы каждый день делаем это!

– К сожалению, взрослые редко признают детские открытия. Но однажды на берегу тихого голландского канала дети играли со стеклянными линзами. Это очень увлекательное занятие: ведь так интересно собирать лупой солнечные лучи в жгучие яркие точки или рассматривать в увеличительные линзы свои пальцы и чужие носы, зелёные листья и чёрных букашек.

– Я тоже люблю увеличительные стёкла! – сказала Галатея.

Андрей недовольно посмотрел на младшую сестру, перебившую рассказ королевы Никки.

– Ребятишки, конечно, пытались смотреть и вдаль, прикладывая линзы к глазам, но в этом случае они ничего не видели, кроме тумана.

Но сегодня самый шустрый мальчонка приложил к глазу одну линзу, держа другую в вытянутой руке. И закричал от восторга. О, чудо! Оказывается, если смотреть в две линзы, то они приближают крыши далёких зданий и даже паруса кораблей, плывущих у горизонта!

– А вот этого я не догадалась сделать! – потрясённо прошептала Галатея.

– Дети немедленно рассказали о своём открытии отцу – оптику Липперсгею. Липперсгей сам посмотрел в принесённые стекляшки, восхитился результатом и поместил обе линзы в длинную трубку – чтобы не держать стёкла руками.

Так была изобретена подзорная труба.

Весть о диковинном инструменте, который позволял далёкое сделать близким, мгновенно разнеслась по всей Европе.

В 1609 году эту новость услышал итальянский учёный Галилей и сразу понял огромное значение такой трубы для астрономии.

В это время он жил в Венецианской республике, известной своими искусными стекольными мастерами. С их помощью Галилей создаёт собственный телескоп, направляет его в небо – и открытия посыпались с неба как из рога изобилия! Галилей

обнаруживает, что:

– Луна неровная и покрыта горами и кратерами!

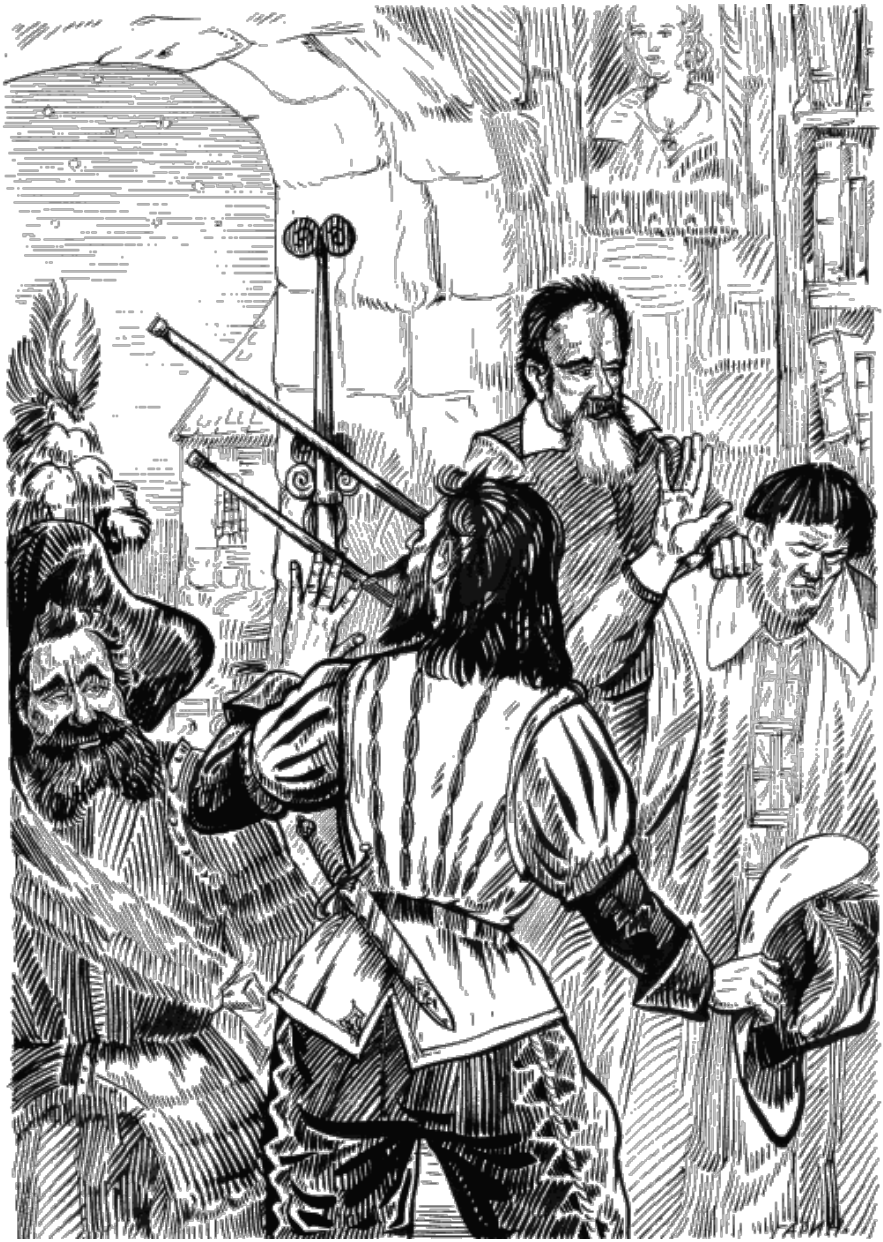
– Вокруг Юпитера вращаются четыре спутника!

– Млечный Путь вовсе не туман, а скопление многочисленных звёзд!

Галилей немедленно публикует о своих открытиях книгу «Звёздный вестник». Весь тираж книги, пятьсот пятьдесят экземпляров, продан неслыханно быстро – за неделю. Европа потрясена звёздными новостями, и даже короли заказывают себе телескопы.

– И всё это благодаря детям! – гордо сказала Галатея.

– А открытия продолжаются!



Галилей:

– Находит на Солнце тёмные пятна и узнаёт, что Солнце вращается вокруг своей оси!

– Замечает, что Сатурн имеет по краям выступы (которые впоследствии – в более сильном телескопе Гюйгенса – превратятся в кольцо Сатурна)!

– Обнаруживает, что планета Венера имеет фазы: как и Луна, она становится то светлым серпиком, то сияющим кругом!

Причем и серпиком, и кружком Венера становится при приближении к Солнцу.

Галилей понимает, что последнее открытие исключительно важно, ведь поведение фаз Венеры доказывает, что она вращается не вокруг Земли, а вокруг Солнца и близко к нему. Если бы Венера вращалась согласно теории Птолемея: вокруг Земли и ближе к ней, чем Солнце, – то при приближении на небе к Солнцу она всегда становилась бы серпом – как Луна. Значит, прав был Коперник, а не Птолемей с Аристотелем. А вот Марс никогда в серп не превращается – значит, Марс от Солнца дальше, чем Земля.

– Постой, Никки, я хочу проверить! – закричала Галатея. Она немедленно взяла красное яблоко из вазы, Андрей вооружился жёлтым плодом – и дети стали кружить вокруг лампочки-солнца, пытаясь понять логику Галилея.

Действительно, освещённая часть далекого красного яблока-Марса, летающего вокруг лампочки и наблюдателя, никогда не становилась ни серпом, ни даже половинкой, зато превращалась в освещенный круг как раз тогда, когда планета была дальше всего от Солнца. Зато светлая часть жёлтого яблока-Венеры, летающего вокруг лампочки ближе кресла наблюдателя, превращалась то в узкий серпик, то в полный круг – когда яблоко проходило мимо Солнца-лампочки.

– Всё, можно рассказывать дальше! – наконец наигралась в космос Галатея.

А Андрей проворчал:

– Странный человек был этот Птолемей. Как он мог считать, что Венера и Солнце по отдельности вращаются вокруг Земли, если Венера никогда не отдаляется от Солнца и никогда не видна в полночь?

Никки терпеливо продолжила:

– Галилей был коперниканец, и телескоп дал ему в руки мощное оружие против Аристотеля, с которым он давно воевал.

Эту войну Галилей начал с молодых лет.

Галилео Галилей происходил из обедневшей семьи венецианских дворян и музыкантов. Он родился в один год с Шекспиром, был моложе Тихо Браге на восемнадцать лет, но старше Кеплера на семь лет.

В семнадцать лет Галилей поступил в Пизанский университет. В университете Галилей был отчаянным спорщиком, обо всём имеющим собственное мнение. Отец Галилея хотел, чтобы он изучал медицину. Но юноша тянулся к маятникам, механике и математике. Отец негодовал: «Врачи всегда богаты, а математики – сплошь бедняки!» К счастью, дети редко слушаются

родителей в выборе жизненного пути.

Андрей и Галатея хитро переглянулись.

– Галилей добился своего и стал профессором математики Пизанского университета. Правда, отец всё-таки оказался прав: зарплата новоиспеченного профессора математики оказалась в тридцать раз меньше, чем зарплата тогдашнего профессора медицины!

Изучение физики и механики в семнадцатом веке заключалось в зазубривании трудов Аристотеля, без каких-либо сомнений и проверок. Такое бездумное обучение внушало отвращение Галилею. И он начал борьбу с системой непогрешимого Аристотеля.

Галилей был честолюбив и смел, иначе бы он не объявил войну Аристотелю, чей тысячелетний авторитет был освящен церковью и охранялся суровой инквизицией.

Недоверчивый Галилей решил проверить известное утверждение Аристотеля, который считал, что скорость падения тел зависит от их веса.

Очевидно, что такой закон Аристотель сформулировал, наблюдая медленное, по сравнению с камнями, падение листьев или перьев. Значит, если одно тело в два раза тяжелее другого, оно и падать должно в два раза быстрее. В течение двух тысяч лет никто из учёных или обычных людей не пробовал проверить это мнение авторитетного Аристотеля.

– Никто-никто не пробовал проверить такую простую вещь? – потрясённо прошептала Галатея. – За две тысячи лет?!

Никки кивнула:

– Таково было состояние невозмутимых умов к семнадцатому веку. Но не таков был скептик Галилей. Он взял два железных шара – один весом в тридцать килограммов, а другой – триста граммов. Согласно Аристотелю, поскольку первый весит в *сто*раз *больше*, чем второй, и падать должен в *сто*раз *быстрее*. Но Галилей быстро убедился, что если сбрасывать **шары разного веса с башни**или если скатывать их по ровной горке, то скорость их падения или скатывания практически одинакова! Так Галилей опроверг одно из главных положений Аристотелевой физики.

– Но ведь перья падают медленнее ядер! – воскликнула Галатея.

– Галилей понял, что отличие в скоростях падения лёгкого пера и тяжёлого железного шара связано с *трением о воздух*. Во времена Галилея вакуум не умели получать, но учёный на основе логических заключений пришёл к поражающему современников

выводу, что *в пустоте* лёгкое перо и тяжёлый шар будут падать одинаково быстро.

Почти четыреста лет спустя, в 1971 году, космонавт Дэвид Скотт, стоя на Луне перед телекамерой и миллиардом землян-зрителей, одновременно выпустил из рук тяжёлый геологический молоток и лёгкое перо. Телезрители своими глазами убедились, что в вакууме перо падает с быстротой молотка, а космонавт сказал землянам: «Галилей был прав!»

– Хотел бы я посмотреть, как в вакууме осыпается пушистый одуванчик… – пробормотал Андрей.

– Аристотель также учил, что тело двигается, пока на него действует какая-нибудь сила, а в отсутствие силы движение прекращается.

– Мне тоже так кажется… – неуверенно сказала Галатея.

– Галилей провёл опыты и доказал обратное: шар равномерно катится по ровной поверхности очень долго и без всякой подталкивающей силы. И останавливается шар лишь от силы трения! Так Галилей сформулировал **первый закон механики**:

> **В отсутствие силы тело покоится или равномерно двигается по инерции.**

Аристотель провозглашал, что Солнце летает вокруг неподвижной Земли. С помощью телескопа Галилей старался убедить людей, что Аристотель ошибался и что справедлива гелиоцентрическая система Коперника: Земля быстро вращается вокруг своей оси и вдобавок стремительно летит по орбите вокруг Солнца.

> Академик Кремонини воскликнул: «Если мы перестанем следовать Аристотелю, кто будет нашим проводником в науке?» Галилей ответил: «Только слепым нужны проводники. Кто имеет глаза и мозг, должны научиться их использовать».

– Мозг упрям, заставить его работать непросто! – усмехнулся Андрей.

– Галилей обладал большим литературным талантом и писал так, чтобы увлечь, а не уморить своего читателя, – полная противоположность трудам Кеплера! Он создавал свои сочинения не только на древней латыни, языке учёных, но и на итальянском, чтобы все жители Италии могли прочитать его книги. Галилей учил своих читателей, что все теории должны проверяться на практике.

Воодушевлённый успехом телескопических наблюдений,

Галилей пытается убедить кардиналов в том, что учение Коперника верно и не противоречит Библии. Бесплодные попытки! В это время северные европейские страны стремились избавиться от подчинённости католическому Риму и трактовали священные тексты по-своему. Беспокоясь из-за потерь паствы и церковных налогов, Рим боролся с еретиками-протестантами силой оружия и одновременно жестоко подавлял любые попытки свободно интерпретировать Библию. Всё что там сказано, сомнению не подлежит!

Галилей, выступая за учение Коперника, публично заявил, что «ни одно изречение Писания не имеет такой принудительной силы, какую имеет любое явление природы», и что «при обсуждении естественных проблем мы должны отправляться не от авторитета текстов Священного Писания, а от чувственных опытов и необходимых доказательств…».

Но в глазах церкви любые очевидные факты и тысячи страниц математических доказательств – ничто по сравнению со строчкой Библии, где сказано, что Иисус Навин остановил Солнце – значит, именно оно двигалось, а не Земля. В 1616 году Ватикан официально определяет учение Коперника как опасную ересь:

«Утверждать, что Солнце стоит неподвижно в центре мира, – мнение нелепое, ложное с философской точки зрения и формально еретическое, так как оно прямо противоречит Св. Писанию. Утверждать, что Земля не находится в центре мира, что она не остаётся неподвижной и обладает даже суточным вращением, есть мнение столь же нелепое, ложное с философской и греховное с религиозной точки зрения».

– В жизни не слышала ничего более нелепого! – рассмеялась Галатея.

– Книги Коперника были запрещены, и по Европе был распространён суровый приказ церкви, ослушаться которого было смертельно опасно:

«…Чтобы никто отныне, какого бы он ни был звания и какое бы ни занимал положение, не смел печатать их или содействовать печатанию, хранить их у себя или читать, а всем, кто имеет или впредь будет иметь их, вменяется в обязанность немедленно по опубликовании настоящего декрета представить их местным властям или инквизиторам».

– Запрещать книги! – воскликнула Галатея. – Какое варварство!

Никки кивнула, соглашаясь.

– Один из римских кардиналов специально встретился с Галилеем и запретил ему поддерживать учение Коперника.

– И он подчинился?! – насторожилась Галатея.

– Нет, Галилей ослушался. У Галилея были друзья в Ватикане, и в один прекрасный день одного из его друзей избрали папой. Галилей очень обрадовался и за дружеским столом попытался убедить нового римского папу Урбана VIII, что Земля вращается вокруг своей оси и вокруг Солнца. Римский папа возражал и выдвигал распространённые аргументы – например, если Земля вращается, то почему мы этого не замечаем? И почему люди не слетают с быстро крутящейся Земли? Галилей приводил контраргументы, но римский папа их не воспринимал.

Хотя глава церкви не согласился с аргументами Галилея, учёный выпустил в 1632 году книгу «Диалоги», где собеседники обсуждают коперниканскую и птолемееву системы. Персонажа-коперниканца звали Сальвиати, а устаревшую геоцентрическую систему мира защищал персонаж по имени Простак.

Когда самолюбивый папа Урбан VIII обнаружил, что глуповатый Простак излагает те же самые аргументы, которые в своё время сам папа приводил Галилею, то страшно разъярился. Его дружба с Галилеем была немедленно забыта, а сам учёный был вызван на суд инквизиции.

В 1633 году Галилея заключили в тюрьму и, видимо, пытали.

– Эти негодяи-инквизиторы пытали старого ученого? – не поверила своим ушам Галатея. – Держали его в тюрьме?

– Письма Галилея из тюрьмы, проливающие свет на методы инквизиции, были уничтожены его врагами. Но сохранилось письмо, в котором семидесятилетний учёный пишет дочери, что не может встать с тюремной лежанки из-за «ужасной боли в бедре».

Угрожая пытками и смертью на костре, инквизиция потребовала от Галилея отречься от «гелиоцентрической ереси». Угроза была реальной: несколько дней назад очередную троицу еретиков сожгли на площади Цветов, широко известной как место сожжения философа и коперниканца Джордано Бруно.

Престарелый Галилей встал на колени и произнёс требуемую формулу отречения.

Это спасло ему жизнь, но не вернуло свободы – он был приговорён к бессрочному тюремному заключению, а его книга была запрещена.

Инквизиторы постановили:

«Вследствие рассмотрения твоей вины и сознания твоего в ней, присуждаем и объявляем тебя, Галилей, за всё вышеизложенное и исповеданное тобою под сильным подозрением у сего Св. Судилища **в ереси**, как одержимого ложною и противною Священному и Божественному Писанию мыслью, будто Солнце есть центр земной орбиты и не движется

от востока к западу, Земля же подвижна и не есть центр Вселенной.

Также признаем тебя ослушником церковной власти, запретившей тебе излагать, защищать и выдавать за вероятное учение, признанное ложным и противным Св. Писанию… Дабы столь тяжкий и вредоносный грех твой и ослушание не остались без всякой мзды и ты впоследствии не сделался бы ещё дерзновеннее, а, напротив, послужил бы примером и предостережением для других, мы постановили книгу под заглавием „Диалоги“ Галилео Галилея запретить, а тебя самого заключить в тюрьму при Св. Судилище на неопределённое время».

– Этих инквизиторов самих надо было посадить в тюрьму за такой суд! – рассвирепела Галатея.

– Решение этого судилища, конечно, испугало многих. Коперниканец Рене Декарт, имя которого мы вспоминаем всегда, когда говорим «декартова система координат», писал своему другу об осуждении Галилея: «Это так меня поразило, что я решил сжечь все мои бумаги, по крайней мере, никому их не показывать…»

Еретическая книга Галилея была сожжена.

Каждый экземпляр первых изданий «Диалогов», сохранившийся до нашего времени, стоит сейчас целое состояние.

* * *

Отречение Галилея до сих пор будоражит умы. Кто-то видит в нём слабость, кто-то хитрость, кто-то покорность католика по отношению к главе церкви.

Всё это неважно.

Отречься можно от веры – от истины отречься невозможно.

Она равнодушна к нашему мнению о ней, она непоколебимо существует сама по себе. Если ты её познал, то никогда с ней не расстанешься. Ты можешь кричать под пытками, что ты её забыл и даже никогда не знал, но это будет ложь.

Истина простит тебе эту вынужденную ложь: она знает себе цену и уверена, что её, истину, забыть невозможно.

Истина простит тебе сомнение, потому что сомнение губительно для веры и лжи, а истина от сомнения только укрепляется.

Истина не любит лишь бездумности и фанатизма. Ей служат осознанно и осмысленно.

Учёный, открывающий её миру, счастлив, потому что увидеть истину может только смелый и умный.

Истина – самое ослепительное и неослепляющее зрелище на свете.

Отрёкся ли Галилей от истины?

Конечно, нет. И он докажет это своей дальнейшей жизнью.

* * *

Суд инквизиции был суровым испытанием для семидесятилетнего учёного. По просьбе влиятельных друзей инквизиция заменила Галилею тюрьму на домашний арест, но старого учёного продолжали держать взаперти и под надзором, запрещая переписку, визиты друзей и врача и угрожая за малейшее неповиновение отправить старика в тюремную камеру.

Вскоре новое потрясение – умирает любимая дочь Галилея. Учёный стал терять зрение.

И что же? Галилей не сдался. Даже слепота не смогла остановить работу могучего мозга.

Галилей диктует ученикам свои последние труды. Учёный хочет выпустить анонимную книгу в защиту гелиоцентрической системы мира, но прежде он решил написать книгу о механике. Он успел опубликовать только её одну, знаменитые «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению».

«Беседы» стали ещё более могучим ударом по догматизму, чем «Диалоги».

Непокорность Галилея проявилась и в том, что он пренебрег запретом инквизиции на публикацию своих трудов и тайком переправил рукопись книги в протестантскую Голландию, где она и была напечатана. Протестантский север Европы становился всё более независимым от официальной католической церкви. На севере легче возникали новые научные теории и новые научные имена.

* * *

В «Беседах» учёный установил **принцип относительности**, ставший одним из главных принципов современной физики. Через двести пятьдесят лет галилеевский принцип относительности станет основой теории относительности Эйнштейна.

Принцип относительности Галилея гласит, что **человек, сидящий в равномерно двигающейся комнате без окон, ни за**

что не догадается, что он движется, а не находится в покое.

Этот принцип современному человеку понять легко – на нём основана работа любого вагона-ресторана. Люди сидят в быстро двигающемся поезде, спокойно едят свои котлеты и пьют чай. Официант ловко двигается с подносом в руке, на котором стоят блюда с едой и бутылки с минералкой. Никто в ресторане не заботится о том, что тарелки с супом несутся со скоростью сто километров в час относительно железнодорожного полотна, станций и деревьев. Только взгляд в окно или неровности рельсов могут выдать движение поезда.

– Поезда ходят и со скоростью в триста километров в час, а мы всё равно успеваем съесть котлету из стремительной тарелки! – отметил Андрей.

– Но принцип – на то он и принцип: он больше, чем видимая и часто очевидная часть утверждения. Принцип относительности утверждает: какие бы хитрые и сложные физические опыты мы бы ни проводили в нашем стремительно и плавно несущемся вагоне с закрытыми окнами, мы всё равно не смогли бы заметить этой скорости. Для нас, сидящих в вагоне, ни световые волны, ни электроны, ни сверхпроводимость – никакие объекты или явления не зависят от скорости движения поезда, даже если он будет мчаться с почти световой скоростью.

* * *

Последняя книга Галилея, не затрагивающая запрещённый инквизицией вопрос о движении Земли, несла в себе гораздо большее, чем спор об одной теории, даже если это теория строения целого мира. Новая книга Галилея учила, что истину нужно искать не в священных книгах, а в опытах и их осмыслении. И эта безусловная истина взорвала цивилизацию, пребывавшую полторы тысячи лет в оцепенении.

Последняя книга Галилея содержала в себе основы современной науки, которая вскоре перевернёт всю человеческую цивилизацию.

Галилео не смог увидеть напечатанные «Беседы» своими глазами, так как к тому времени он уже полностью ослеп.

Но он держал эту могучую книгу в своих руках и ясно понимал, что победил и инквизицию, и свою слепоту.

Церковь объявила Галилея преступником, но время расставило всё по своим местам. Кто сейчас помнит имя римского папы в эпоху Галилея?

Лишь **триста шестьдесят лет спустя**церковь признала

ошибочность суда над учёным и согласилась с гелиоцентрической системой мира.

– Немало времени потребовалось папе и кардиналам, чтобы уразуметь то, что было очевидно для Галилея уже в семнадцатом веке! – воскликнул Андрей.

Никки задумчиво тряхнула головой:

– Под влиянием церкви единственный внук Галилея постригся в монахи и сжёг хранившиеся у него бесценные рукописи деда как «богопротивные». Он был последним представителем рода Галилеев.

Но идеи Галилея пережили века и переживут тысячелетия.

Все мы – дети Галилея и его ученики.

Примечания для любопытных

Джордано Бруно(1548–1600) – итальянский монах, философ и поэт. Приверженец коперниканства. Прозорливо полагал, что звёзды – это далекие солнца и что вокруг Солнца могут обращаться и другие планеты, кроме известных пяти. Католической церковью признан еретиком и сожжен на римской площади Цветов. Перед смертью гордо сказал: «Сжечь – не значит опровергнуть!» Триста лет спустя на месте гибели философа воздвигнут памятник. Джордано Бруно до сих пор не реабилитирован церковью.

Чезаре Кремонини(1552–1631) – безусловный приверженец Аристотеля, профессор Падуанского университета.

Вильям Шекспир(1564–1616) – великий английский драматург и поэт.

Папа Урбан VIII(1568–1644) – римский папа в эпоху Галилея. Известен организацией инквизиционного процесса над Галилеем.

Иоганн Липперсгей(ок. 1570–1619) – голландский оптик, считающийся изобретателем телескопа.

Рене Декарт(1596–1650) – французский математик, философ, физик и физиолог.

Дэвид Скотт(р. 1932) – один из двенадцати американских астронавтов, побывавших на Луне в двадцатом веке. В 1971 году вместе с Джеймсом Ирвином (1930–1991) высадился у подножия лунных Апеннин, где и провёл опыт с пером и молотком.

Сказка о фермере, открывшем во время чумы законы неба

– Жил-был в Англии, на ферме Вулсторп, молодой человек двадцати с небольшим лет. На его ферме было пастбище с овцами, коровник и яблоневый сад. Молодой английский фермер любил сидеть на лавочке под раскидистой яблоней. Фермер из молодого человека, нужно признаться, был никудышный – за обширным хозяйством присматривала мать. А сам юный фермер читал книги и смотрел на солнечные лучи, играющие в яблоневой листве.

В свободное качание листьев на ветерке и в жужжащее мельтешение пчёл часто вмешивалось движение падающих яблок. Они вели себя деловито и одинаково – быстрый полёт к земле и глухой стук. Видно, что они не могли отвлекаться на всякие легкомысленные глупости – у них был приказ, и они его беспрекословно выполняли. Кто отдает им приказ о падении? Ясно, что земной шар с силой притягивает оторвавшиеся от ветки увесистые яблоки. Но как далеко простирается притягивающая воля Земли?

Над яблоневым садом в вечернем небе висит бледная Луна. Притягивает ли Земля Луну на таком расстоянии?

Вот такие странные вопросы задавал себе молодой фермер.

Галилей, чьи книги лежали у фермера на столе, считал, что Земля притягивает яблоки на любых расстояниях и с одинаковой силой. Великий итальянец вычислил, что с высоты Луны яблоко будет падать до Земли три часа и двадцать минут. Но он считал, что Земля не действует на Луну, и наш спутник движется по своим законам. Фермеру эта теория не нравилась – в конце концов, что такое Луна, как не Очень Большое Яблоко? В предположении, что притягивающая сила Земли без ослабления

простирается до орбиты Луны, фермер тоже сомневался: ведь воздействие тела – например, магнита – обычно падает с расстоянием.

Вокруг фермы простиралось поле – или пастбище, – сочная трава которого так притягивала соседских коров. Фермер предположил, что вокруг Земли тоже простирается особое поле, которое воздействует на соседние тела. Фермер назвал его гравитационным полем, или полем притяжения, которое действует и на яблоки, и на Луну.

Молодой фермер понимал, что движение Луны сбалансировано (ведь она не падает!), значит, сила притяжения Земли должна уравновешиваться центробежной силой.

Фермер разработал специальный метод математического исчисления и сумел найти выражение для центробежного ускорения Луны – оно оказалось равно **квадрату скорости Луны, делённому на радиус лунной орбиты**.

Эта простенькая формула для центробежной силы, известная сейчас любому школьнику, была получена английским фермером как раз для движения Луны.

Сегодня сказку детям рассказывала королева Никки, а она не стеснялась в выражениях, особенно – в математических. Рассказывая, она набрасывала на специальной пластине формулы:

– Фермер приравнял центробежную силу к гравитационной – и у него получилась формула, которая вычисляла притяжение Земли по скорости движения и радиусу орбиты Луны.

Кеплер уже давно установил соотношение между *периодом обращения*тел и *радиусами*их орбит. Поэтому фермер взял формулу Кеплера, выразил период обращения через скорость движения по орбите и получил третий кеплеровский закон в таком виде:

Квадрат скорости орбитального движения спутника падает с ростом радиуса орбиты(математики говорят – обратно пропорционален). То есть, чем больше радиус орбиты спутника, тем медленнее он движется по орбите.

С помощью формулы Кеплера фермер исключил квадрат скоростей из своего уравнения для гравитационной силы.

Никки обратилась к детям:

– Вы знаете третий закон Кеплера и сами легко можете проделать это исключение. У фермера в результате получилось, что **притяжение планеты падает с расстоянием как квадрат радиуса орбиты спутника**: когда расстояние от планеты вырастает в два раза, сила её притяжения падает в четыре.

Значит, если Луна располагается от центра Земли в 60 раз

дальше яблока, то притяжение Луны к Земле должно быть слабее в 60 × 60 = 3600 раз. Фермер сравнил известное ускорение, с которым двигалась Луна по орбите (0,272 см/сек ^{2}) с ускорением падения яблока возле поверхности Земли (981 см/сек ^{2}) и с восхищением понял, что они действительно отличаются в 3600 раз!

Английский фермер был поражён красотой и могуществом закона гравитации, который описывал притяжение Солнца и Земли и подчинял себе движение яблока, Луны и всех планет.

Так молодой фермер открыл знаменитый **закон всемирного тяготения**.

Ещё он понял, что если бросить яблоко с большой скоростью параллельно Земле, то оно облетит вокруг Земли как маленький спутник. Тем самым английский фермер заложил основы будущей космонавтики.

За два года сельской жизни фермер не только основал теорию гравитации и небесную механику, но и разработал новый раздел математики – дифференциальное и интегральное исчисление, а также открыл сокровенную тайну солнечного света, разложив его белый луч на разноцветную радугу.

Баланс ускорений Луны:
a гравитации = a центробеж. = V^2/R (1)
Из закона Кеплера: $R^3/T^2 = const$ (2)
Всем известно, что $T = 2\pi R/V$ (3)
Из (2) и (3) следует: $V^2 = const/R$ (4)
Вставив (4) в (1), получим:
a гравитации = $const/R^2$
Эврика!
Поздравляем! Вы открыли закон Ньютона для ускорения яблок и Луны к Земле:
a гравитации = GM/R^2
где M - масса планеты,
а G - гравитационная константа.
ГАРИН

Молодой фермер открывал одну за другой тайны природы, не думая о публикациях и соперниках, о карьере или инквизиции. Он был беззаботен и увлечён, как мальчик, играющий на берегу океана с красивыми раковинами.

– Что же это за фермер такой, который открывал новые законы один за другим? – спросила удивлённая Галатея.

– Сейчас расскажу о нём подробнее, – Никки хитро улыбнулась. – Его звали Исаак Ньютон, он был сыном фермера и

родился в тот год, когда умер Галилей.

Ньютон был нелюдимым, молчаливым мальчиком и в школе учился не очень хорошо, но любил конструировать сложные механизмы, особенно мельницы: водяные, ветряные и даже такие, в которых работали мыши. Но с одной девочкой Ньютон всё-таки подружился. У той было двое хулиганистых братьев, которые ходили в один класс с Ньютоном. После очередной стычки с этими братцами Ньютон решил отомстить и стать им назло самым лучшим учеником класса.

И он добился своей цели!

Благодаря этому в девятнадцать лет Ньютон сумел поступить в колледж в Кембридже и за четыре года обучения стал очень образованным и умным молодым человеком.

В колледже Ньютон увлечённо занимался оптикой, астрономией и математикой, забывая про сон и часто оставляя еду на своей тарелке, поэтому молодой Ньютон был очень худым, а его кошка – очень упитанной.

Студент Ньютон составил себе список из сорока пяти нерешённых проблем в науке и готовился штурмовать их.

Но после получения степени бакалавра Ньютон не стал учёным или преподавателем. Помешала эпидемия чумы, поразившая Лондон. Кембридж попросту закрыли до лучших времен.

23-летнему Ньютону пришлось уехать в деревню, на свою родительскую ферму Вулсторп и стать обычным фермером.

Ферма приносила доход, достаточный для жизни, и оказалась отличным местом для занятий наукой. За два года, проведённых в сельской глуши, очень молодой человек, только что закончивший колледж, совершил *революцию* в науке.

Открыв закон гравитации, Ньютон и не подумал опубликовать его – молодой Ньютон был слишком нелюдим и слишком мало заботился о славе.

– Тогда он – точно фермер! – решил Андрей.

– После чумы фермер Ньютон вернулся в Кембридж и стал профессором, обучающим студентов. Но и тогда он не подумал опубликовать результаты, полученные им в фермерские годы.

Прошло **пятнадцать лет**, и в 1682 году в небе появилась яркая комета. Она вызвала живейшие споры среди учёных. Особенно хорошо запомнил год кометы учёный Эдмунд Галлей – ведь его медовый месяц пришелся как раз на этот год. Вскоре Галлей, размышляя о своей «свадебной» комете, пришёл к правильному выводу, что гравитация падает с расстоянием, но не смог вывести из этого закона эллиптичную форму орбит, которую Кеплер предложил для планет и комет.

Но до Галлея дошли слухи, что этими вопросами занимался Ньютон, и он отправился в Кембридж для встречи с ним.

И как же он был потрясён, узнав, что тот уже давным-давно решил эту задачу: вывел закон гравитации и согласовал его с кеплеровскими законами!

В отличие от нелюдимого Ньютона, Галлей был дипломатом. Он сумел уговорить учёного написать книгу о механике небесных тел.

Выпуск книги в те времена всё ещё оставался дорогостоящим делом, и Галлей собирался просить у Королевского научного общества денег на публикацию труда Ньютона.

Но Королевское общество только что выпустило «Историю рыб», которую никто не стал покупать. В результате научное общество осталось без денег.

Галлей был богат и уверен в важности труда Ньютона – и он вложил личные деньги в публикацию книги Ньютона. Королевское общество оказалось настолько бесцеремонным, что предложило Галлею компенсацию в виде пятидесяти экземпляров залежавшейся «Истории рыб»!

В 1687 году трёхтомник «Математические начала натуральной философии» Ньютона увидел свет.

С этой великой книги мировая наука начала новый отсчёт времени. Наступила эпоха математического описания природы. Уравнения пришли в механику и астрономию и превратили их из описательных наук – в точные.

Не только яблоки и планеты, но и кометы подчинились ньютоновской механике.

Ньютон собрал наблюдения о двух дюжинах комет и вычислил орбиту одной из них. Без компьютеров определение орбиты каждой кометы занимало шесть недель расчётов! И нетерпеливый Ньютон сказал Галлею:

– Эдмунд, забирай эти данные и вычисляй остальные орбиты сам!

Галлей был одним из первых астрономов, кто стал применять теорию Ньютона для описания движения небесных тел. Галлей провёл все необходимые расчёты и опубликовал орбиты всех двадцати четырёх комет. При этом он обратил внимание, что орбита кометы, которую он наблюдал вместе со свой молодой женой в 1682 году, очень похожа на орбиты комет, замеченных в 1531 и 1607 годах. Галлей предположил, что кометы 1531, 1607 и 1682 года – не три разные кометы, а одна и та же комета, периодически возвращающаяся к Солнцу. Значит, она должна появиться в следующий раз через 76 лет – в 1758 году.

Предсказание учёного блестяще подтвердилось: комета

вернулась в 1758 году, уже после смерти астронома, и была названа кометой Галлея. Её открытие стало триумфом ньютоновской теории тяготения, которая оказалась надёжным инструментом познания мира.

Вот только одну небесную проблему великий Ньютон не решил: он не смог рассчитать движение Луны, на которую действует притяжение не только Земли, но и Солнца.

Между прочим, проблема движения Луны вовсе не была скучной и академической проблемой: она волновала моряков, королей и даже придворных дам.

– Придворные дамы интересовались движением Луны? – удивилась Галатея.

– Да, но об этом вы узнаете из другой истории.

* * *

Катятся санки с горы, взлетают ракеты с космодромов, вращаются планеты вокруг Солнца – движение всех этих и миллионов других тел рассчитывается по уравнениям Ньютона, опубликованным им свыше трёхсот лет назад с помощью Галлея.

Ньютон прожил долгую и плодотворную жизнь учёного, был вознаграждён и научной славой, и высокими должностями. Но он всегда считал своими лучшими годами те, когда он был просто молодым фермером и открывал тайны природы беззаботно и увлечённо.

«Я не знаю, чем кажусь миру; мне же самому кажется, что я был только мальчиком, играющим на берегу моря и развлекающимся тем, что время от времени находил более гладкий камешек или более красивую раковину, чем обыкновенно, в то время как великий океан истины лежал передо мною совершенно неразгаданный».

Примечания для любопытных

Кембриджский университет– один из четырёх старейших университетов мира. Возник в 1209 году на основе собрания учёных города Кембриджа. Представляет собой сообщество многих колледжей. Ньютон учился в Тринити-колледже.

Исаак Ньютон(1642–1727) – великий английский физик, математик, астроном и философ. Его считают самым влиятельным учёным за всю историю земной цивилизации.

Эдмунд Галлей(1656–1742) – английский астроном,

открывший периодичность кометы Галлея.

Дифференциальное исчисление– раздел математического анализа, где используется и изучается понятие производной, которое характеризует скорость изменения функции. Процесс вычисления производной называется дифференцированием.

Интегральное исчисление– раздел математического анализа, где используется и изучается понятие интеграла функции, который характеризует площадь, лежащую под графиком функции. Процесс нахождения интеграла называется интегрированием.

Сказка о том, как астрономы и часовщики спасали моряков

Сегодня сказку детям Дзинтары рассказывал Майкл, взрослый сын королевы Николь. Он приехал к Дзинтаре по делам, а Галатея с Андреем, привыкнув получать в каждый приезд королевы Николь новую сказку, бесцеремонно потребовали её у Майкла, хотя ещё было скорее утро, чем вечер. Гость покорно согласился, но – увы! – он сказок не помнил. Зато Майкл хорошо знал историю мореплавания, которая интереснее всяких сказок!

– Жили-были на свете трое мальчишек. Они были бедны, но, как и все другие подростки, мечтали о дальних путешествиях, славе и богатстве. Одного звали Клодсли, другого – Джон, третьего – Тобиас. У них не было денег на учёбу, и они рано начали работать. В четырнадцать лет Клодсли поступил юнгой на корабль, Джон начал помогать отцу-плотнику, а Тобиас стал подмастерьем у сапожника. Все парни были упорными и талантливыми самоучками.

Клодсли плавал на английских военных кораблях и скоро проявил себя смелым и умным моряком. Он участвовал во многих сражениях, воюя с врагами Англии и пиратами. Клодсли самостоятельно изучил морскую навигацию и сделал блестящую карьеру. Он стал знаменит и богат, пройдя путь от юнги – до адмирала, командующего флотом.

Однажды эскадра сэра Клодсли Шовелла, состоящая из восемнадцати кораблей, возвращалась на зимовку в Англию после тяжёлых сражений с французским флотом в Средиземном море. Все двенадцать дней пути от Гибралтара, британских моряков сопровождали штормы и частые туманы. Берегов не было видно, но по навигационным расчётам адмирала выходило, что флот держит курс в безопасную середину пролива Ла-Манш. Но расчёты сэра Шовелла были неточны – тогдашняя навигация ещё не знала надёжных способов определения координат корабля в море.

Тёмной октябрьской ночью 1707 года адмиральский флагман Клодсли Шовелла и ещё три корабля эскадры напоролись на рифы возле южной оконечности Англии.

Увидев буруны на скалах перед самым кораблём, адмирал приказал выстрелить из пушки, чтобы предупредить другие суда об опасности. Но четыре корабля разбились о камни и затонули, унеся с собой жизни адмирала Шовелла и двух тысяч матросов.

Ошибка в расчётах широты и долготы корабля обернулась

настоящей трагедией. Смерть Клодсли и его матросов изменила и жизни Джона и Тобиаса.

Галатея не выдержала:

– Майкл, неужели адмиралу было так сложно понять, где находится его корабль?

В ответ на вопрос Галатеи Майкл вздохнул и сказал:

– Очень сложно. Когда корабль выходил из порта и оказывался в безбрежном океане, то главной проблемой морских путешественников становилась неизвестность их положения. На воде не оставишь меток; течения и ветер непредсказуемо сбивают корабль с курса. Как определить координаты корабля в открытом море?

Я сам опытный яхтсмен и люблю совершать далекие переходы на своей парусной лодке. Однажды я вышел из порта Сан-Диего и взял курс на Гавайи. Плавание должно было продолжаться около двух недель, и я решил испытать на себе навигационные трудности Средневековья. Поэтому я вооружился бумажной картой, старинным компасом и отключил на своей яхте спутниковую систему навигации. Я захватил с собой прибор для измерения высоты Солнца и звёзд и маятниковые морские часы, которые занял в одном из музеев.

Погода немедленно обрадовалась и ещё больше усложнила мою жизнь – на океан навалилась густая облачность – не стало видно ни солнца, ни звёзд. Я плыл только по карте и компасу, измеряя скорость яхты простым устройством и пытаясь учесть направления ветра и течений.

Прошли две недели. Я уже должен был увидеть какие-нибудь из островов Гавайского архипелага, но вокруг меня по-прежнему расстилалось пустынное море под серыми тучами.

Я включил навигационные приборы и обнаружил, что отклонился от маршрута на сто восемьдесят километров к югу! Хорошо ещё, что вокруг меня был просторный океан, а не туманный пролив с опасными рифами.

Так я на себе понял, какой непростой была жизнь штурманов Средневековья.

С широтой, которая определяет положение корабля относительно экватора или полюса, проще, – широту можно определить достаточно точно, зная календарную дату и измерив высоту подъёма звёзд или Солнца над горизонтом.

– Когда нет туч! – педантично уточнил Андрей.

– Верно. Но самого ясного неба недостаточно для определения долготы, показывающей расстояние корабля от Гринвичского меридиана, идущего с севера на юг и разделяющего земной шар на Западное и Восточное полушария.

Трудность определения долготы в открытом море настолько мешала мореплаванию, что ещё в шестнадцатом веке испанский король Филипп II назначил огромную награду за решение «проблемы долготы». Вознаграждение обещали также Голландия и Португалия, Венеция и Россия. За долготу брались учёные и изобретатели, моряки и купцы, но безуспешно.

В Англии тоже искали решение «проблемы долготы». В этом приняла участие даже Луиза де Керуаль, фаворитка британского монарха Карла II, которая посоветовала ему привлечь астрономов для решения этой проблемы.

– Какая умная Луиза! – прищурился Андрей.

– Она покровительствовала молодому французскому астроному, который думал, что сумел решить «проблему долготы». По крайней мере он сумел убедить Луизу поговорить с королём.

Под давлением Луизы и других советчиков в 1674 году Карл II учредил Гринвичскую обсерваторию, которая должна была найти решение сложнейшей задачи – определение долготы в открытом море. Чтобы раздобыть денег, которых в казне монарха было мало, Карл II велел использовать для постройки обсерватории кирпичи от своего старого замка, а также продал сотню бочек испорченного пороха.

– Кому нужен испорченный порох? – удивился Андрей.

Майкл пояснил:

– Предприимчивый купец, купивший эти бочки, не остался внакладе – он высушил испорченный порох, восстановил его горючесть и снова продал правительству – но уже дороже.

Итак, первым королевским астрономом стал Джон Флемстид. Он приступил к наблюдению движения звёзд и Луны, но ещё не нашёл метод нахождения долготы, когда трагедия эскадры адмирала Шовелла потрясла всю нацию и привлекла общее внимание к задаче точного определения координат. Парламент назначил слушание по «проблеме долготы» и пригласил на него известных астрономов Ньютона и Галлея.

Ньютон в своём выступлении описал три наиболее реальных метода определения долготы.

Первыйиз них был придуман великим Галилеем, который открыл четыре крупных спутника Юпитера и решил использовать их как небесные часы. Наблюдая в небольшой телескоп за движением спутников вокруг Юпитера, можно было найти долготу места, откуда производится наблюдение. За разработку этого метода правительство Голландии наградило Галилея золотой цепью, но инквизиторы, державшие астронома под домашним арестом, не позволили учёному принять награду.

Способ Галилея французские учёные успешно применили к сухопутным наблюдениям и получили в конце XVII века гораздо более точную, чем раньше, карту Франции. (Король Людовик XIV был недоволен новой картой, так как она значительно уменьшила площадь Франции. Он воскликнул: «Эти учёные отняли у меня земли больше, чем завоевала моя армия!»)

Но наблюдать за движением спутников Юпитера с качающегося корабля трудно, да и Юпитер виден на небе не во все месяцы.

Второйспособ был основан на движении Луны. Она гораздо удобнее для наблюдений – если небо не затянуто тучами, то Луну можно видеть в любой день года.

Но Луна – очень капризные небесные часы. Сам Ньютон занимался теорией движения Луны, но понял, что использовать наше ночное светило в качестве ориентира для моряков можно только при сложных вычислениях на основе очень точных наблюдений Луны в течение десятков лет. Таких наблюдений в начале восемнадцатого века ещё не было.

Третийспособ был прост сам по себе – сравнение времени местного полдня со временем на часах, показывающих полдень в точке с известной долготой, например Гринвичской обсерватории.

Но такой способ требовал, чтобы у моряков были на корабле очень точные часы, которые аккуратно «хранят» гринвичское время долгие месяцы. Насколько точные нужны были часы? Чем точнее, тем лучше: ошибка в одну секунду во времени давала ошибку в четыреста метров в координатах плывущего судна.

Проблема была в том, что во времена Ньютона корабельные часы были с маятником. В условиях морской качки такие хронометры могли отставать на десять минут в сутки. Если корабль находился в плавании долгие месяцы, то ошибка в показаниях часов накапливалась огромная.

Для «часового» метода определения долготы нужно было создать часы, которые выдерживали бы качку и перепад температур и аккуратно работали везде – от жарких океанских тропиков до морей, покрытых льдами.

Парламент выслушал доклад Ньютона, почесал затылки, вспотевшие под традиционными английскими париками, и постановил объявить награду в *двадцать тысяч фунтов стерлингов*за решение «проблемы долготы» в море с точностью в **полградуса**(или 56 километров). По тем временам это были огромные деньги – примерно пять миллионов нынешних долларов!

Рассмотрением предлагаемых методов и присуждением

премии должно было заниматься Бюро долготы, которое было учреждено парламентом.

Новость о невероятной по размерам премии, которая получила название «долготная премия», быстро разнеслась по Англии и всему миру. Множество людей принялись ломать головы в поисках метода, который позволил бы морякам определить свое место в море.

* * *

В эти годы наш второй герой, Джон, был молодым йоркширским плотником, с удивительным хобби – он делал часы, причем свои первые часы умелец Джон сделал полностью из дерева.

– Что совершенно логично! – хихикнул Андрей.

– Узнав про огромную награду, обещанную парламентом, плотник Джон Харрисон решил построить точные морские часы новой конструкции.

Больше двадцати лет Джон конструировал свой хронометр, используя в нём не обычный маятник, сбивающийся с ритма при качке, а грузы на пружинах.

Первый морской хронометр плотника Харрисона был испытан во время путешествия в Лиссабон в 1736 году и показал отличный результат. Но эти часы весили 35 килограммов и достигали в высоту полутора метров! Парламентская комиссия дала деньги часовщику на изготовление более компактного хронометра. И ещё тридцать лет совершенствовал Джон свои часы, пока те не стали умещаться… в ладони.

Часовщик Джон Харрисон потратил всю свою длинную жизнь, чтобы создать точный хронометр, который спас жизнь многим морякам. После того как было подтверждено, что хронометр Харрисона можно копировать и делать серийно, английский парламент в 1773 году выдал часовщику заслуженную награду.

Первые морские хронометры были очень дорогими и стоили в треть от цены постройки целого военного корабля. Но вскоре они подешевели и стали доступны даже для небольших купеческих шхун.

* * *

Вто время как первый громоздкий хронометр Харрисона уже проходил морские испытания, третий мальчишка – Тобиас Майер,

живший в Германии, – был ещё подмастерьем и набивал кожаные подметки на прохудившиеся ботинки горожан. Но в бедняке Тобиасе жили мечта и упорство, роднившие его с Клодсли и Джоном. Тобиас поступает подмастерьем к картографу – и начинает самообразование в области математики и астрономии. Он сам изготавливает астрономические приборы и наблюдает звёзды и Луну. И конечно, Тобиас тоже знает о «долготной премии»…

Нужно сказать, что в глазах общества того времени «проблема долготы» стала синонимом неразрешимости. В вышедшем в то время «Путешествии Гулливера» Свифт высмеивал изобретателей методов определения долготы, считая это таким же нереальным делом, как создание вечного двигателя. Чтобы приняться за такую проблему, нужно было обладать независимым мышлением и смелостью.

Астрономы разных стран давно накапливали наблюдения Луны и усовершенствовали теорию её движения – так, чтобы любой штурман, измерив положение Луны относительно звёзд и сверившись с лунными таблицами, мог определять положение корабля в открытом океане.

Королевский астроном Флемстид в Англии сделал многое для решения проблемы долготы, но умер, не закончив дела. На посту его сменил Галлей. Новый наблюдатель Гринвичской обсерватории знал, что Луну нужно наблюдать, как минимум, восемнадцать лет, чтобы улучшить теорию её движения. Галлею было больше шестидесяти лет, и он понимал, что шансов закончить работу у него было немного, но взялся за неё с энтузиазмом. Звёзды были благосклонны к астроному: Галлей наблюдал Луну свыше двадцати лет, пока не умер в возрасте восьмидесяти шести лет, сидя в своём любимом кресле в Гринвичской обсерватории и держа в руке бокал красного вина.

Луной занимались и следующий королевский астроном Брэдли, и француз Клеро, и многие другие. Но это был крепкий орешек. Когда мальчишка Тобиас вырос, теория Луны всё ещё не была построена; штурманские лунные таблицы всё ещё не были созданы.

Тобиас Майер своим трудолюбием, талантом и точными астрономическими наблюдениями настолько быстро завоевал авторитет в научных кругах, что его, никогда не учившегося в университете, в возрасте двадцати восьми лет приглашают профессором математики в Геттинген!

Тобиас берётся за дело создания лунных таблиц для моряков. Он переписывается с великим математиком Эйлером, который живет в это время в Германии и занимается математической

теорией движения Луны.

Молодому астроному-самоучке Тобиасу Майеру удаётся великое предприятие: основываясь на своих наблюдениях, на данных других астрономов, а также на формулах Эйлера, он создает самые точные в мире таблицы положения Луны и Солнца. Он не успевает отправить свою рукопись в английское Бюро долготы из-за внезапной кончины на сороковом году жизни. Перед смертью Тобиас просит свою жену отослать рукопись в Англию.

Жена выполнила его просьбу. Английское Бюро долготы получило рукопись и поручило астрономам проверить таблицы Тобиаса Майера.

Невил Маскелайн успешно испытал таблицы Майера в путешествии к острову Барбадос в Карибском море. После чего британский парламент премировал и Эйлера, и вдову Майера за астрономическое решение «проблемы долготы».

* * *

Маскелайну, который стал королевским астрономом в тридцать три года, повезло донести астрономическое решение «проблемы долготы» до каждого штурмана.

Основываясь на трудах Майера, молодой астроном задумал и издал в 1766 году «Морской альманах и астрономические эфемериды на 1767 год» – книгу таблиц, в которых предсказывалось положение Луны на год вперёд, с периодом через каждые три часа. Это позволило штурманам с помощью Луны всего *за полчаса*наблюдений и расчётов определять точное положение корабля в море.

Девяносто тысяч астрономических наблюдений сделал за свою жизнь Маскелайн. Он почти полвека, до самой смерти, выпускал ежегодный «Морской альманах». Этот альманах долгие годы верно служил морякам, спасая их от рифов и мелей, и издаётся до сих пор.

* * *

Так «проблему долготы» удалось решить и астрономам, и часовщикам. От этого соревнования выиграли все моряки мира. Отправляясь в 1768 году в своё первое кругосветное путешествие, капитан Кук взял и копию хронометра Джона Харрисона, и астрономические таблицы Тобиаса Майера. Кук успешно

использовал оба способа определения координат. Плавание кораблей в океане стало намного безопаснее.

– Майкл! – воскликнул Андрей. – Как ты можешь говорить о безопасности, если капитана Кука в его третьем путешествии съели туземцы Гавайских островов?

– Ну, – сказал Майкл, – это была не научная, а… э-э-э… дипломатическая проблема.

– Он неправильно себя повёл? – заинтересованно спросила Галатея.

Майкл пожал плечами и сказал:

– Астрономы и часовщики сделали так, чтобы моряки всегда знали, ГДЕ они находятся. ЧТО и КАК делать в этом месте – моряки должны решать сами.

– Астрономы за людоедов не отвечают! – согласилась Галатея. Потом она глубоко вздохнула, набралась смелости и выпалила: – Я не понимаю, как с помощью часов можно измерить долготу!

Андрей помедлил, а потом согласно кивнул головой. (Между прочим, на признание в собственном непонимании у многих даже взрослых людей часто не хватает духу.)

В комнату зашла Дзинтара и позвала всех обедать.

– Где накрыт стол? – поинтересовался Майкл.

– На веранде, – ответила принцесса.

– Отлично! – обрадовался чему-то Майкл и выглянул в окно. Солнце пыталось добраться до зенита.

* * *

Когда все уселись за круглый стол, в центре которого торчал длинный нераскрытый зонтик, Майкл сказал:

– Сейчас я покажу вам, как, имея часы, можно измерить свою широту и долготу.

– Как же? – заинтересовался Андрей, а Галатея, уже успевшая набить рот едой, лишь энергично закивала в знак того, что её это тоже очень интересует.

– Мы это сделаем с помощью зонтика и… – Майкл осмотрел стол, – ветки винограда!

Глаза детей немедленно загорелись. А Майкл оторвал виноградинку от фиолетово-дымчатой кисти и положил её на белую скатерть, на конец тени, которую отбрасывал зонтик. Потом он посмотрел на часы и сказал:

– 12 часов 18 минут. Пока мы обедаем, Солнце пройдёт высшую точку на своём пути. В этот момент тень будет самой короткой, и мы должны засечь это время. Будем измерять длину

тени каждые четыре минуты.

Они принялись обедать, не забывая выкладывать по скатерти длинный ряд виноградин. Кое-где чашкам и тарелкам пришлось потесниться, но все, включая Дзинтару, энергично расчищали путь астрономическим ягодам, которые образовали плавную дугу, огибающую зонтик. Майкл прищурил глаз, потом поколдовал с ниткой, привязанной к основанию зонтика, используя её как циркуль, – и указал на одну из виноградин:

– Вот – она ближе всех к зонтику.

Он подсчитал номер этой виноградины от начала наблюдений – одиннадцатая – и заключил:

– Солнце достигло максимальной высоты в двенадцать часов и пятьдесят восемь минут.

– И что дальше? – спросила Галатея, доедая жаркое с картофельным пюре.

– А вот что, – сказал Майкл и взялся за телефон. – Я позвоню своему сыну, Роберту. Он сейчас в Лондоне и, думаю, не откажется нам помочь.

Роберт откликнулся почти сразу.

– Привет, сын, ты сейчас где?

– Гуляю с друзьями по Кембриджу.

– А не мог бы ты съездить в Гринвичскую обсерваторию. Это недалеко от тебя.

– Конечно, могу. А зачем?

– Я прошу тебя засечь время самой короткой тени от какой-нибудь заостренной длинной палки, а также измерить угол тени – вернее, отклонение Солнца от вертикали в этот момент. У нас время самой короткой тени было в 12 часов 58 минут.

Роберт заинтересовался, задал несколько вопросов и замолчал на пару минут. Потом он громко сообщил, что все его приятели, оказывается, давно хотели посмотреть на легендарную Гринвичскую обсерваторию – и что они, все как один, горят желанием принять участие в эксперименте по измерению тени.

Галатея едва дождалась конца разговора Майкла с сыном и нетерпеливо воскликнула:

– Но ведь они опоздали! Время короткой тени уже прошло!

Майкл отрицательно покачал головой:

– Оно прошло на нашей долготе. На долготе Лондона Солнце ещё не забралось на вершину своей траектории.

– Ах, вот оно что… – протянул Андрей и стал горячо объяснять сестре, почему лондонцы отстают от них.

– Давайте измерим угол тени, – сказал Майкл. Он вынул из кармана ключи с брелком и вытянул из брелка тонкую измерительную нить. – Определяем высоту зонтика над

поверхностью стола, потом – длину кратчайшей тени. Если длину тени поделить на высоту зонтика, то получим тангенс верхнего угла в треугольнике, образованного зонтиком, тенью на столе и солнечным лучом, который скользнул по концу зонтика. С помощью калькулятора легко вычислим, что угол отклонения солнечного луча от вертикали – 29 с половиной градусов.

– Я не знаю, что такое тангенс! – насупилась Галатея.

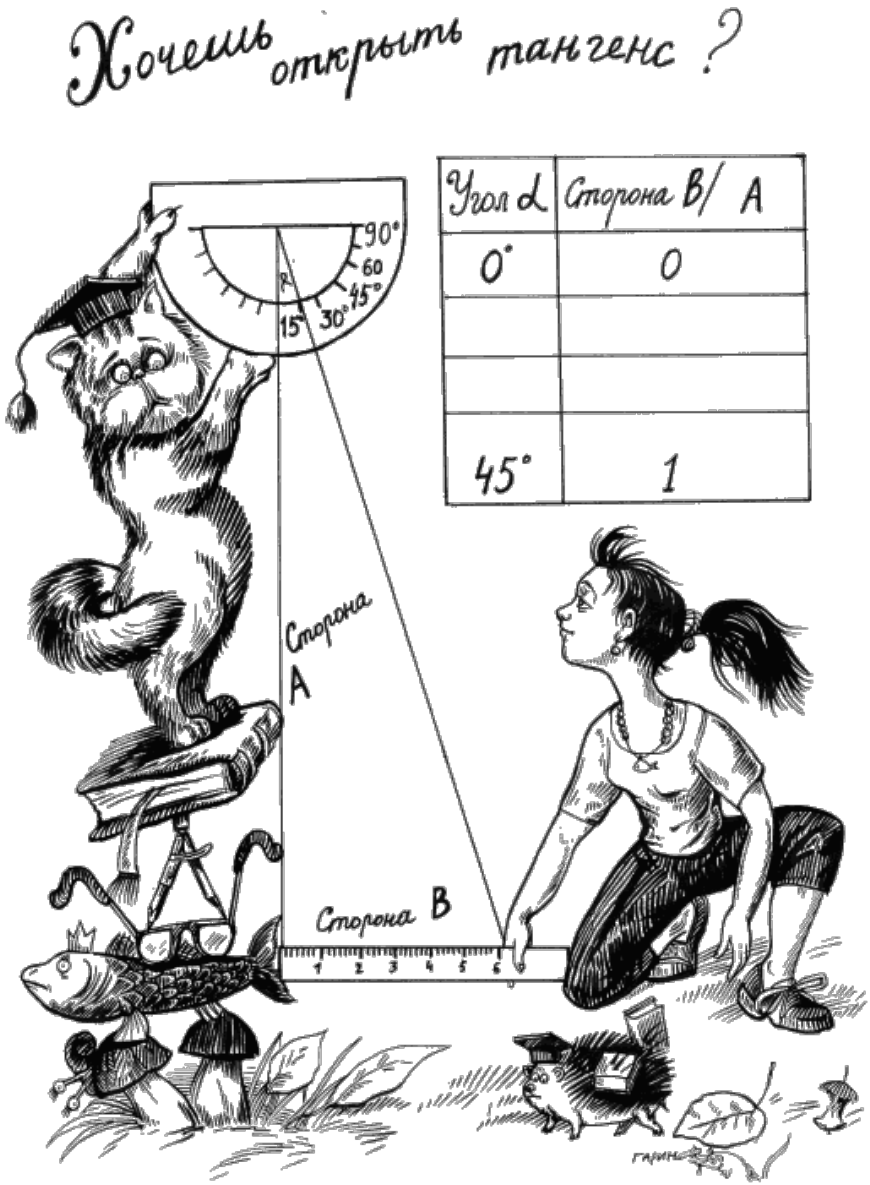
– Тангенс – это очень простая штука, я сейчас объясню, – сказал Майкл. – Вот смотри, предположим, что длина нашей тени равна длине зонтика. Чему равен верхний угол в таком треугольнике?

– Это я знаю, – облегченно сказала Галатея. – Такой треугольник стал половиной квадрата, значит, верхний угол стал равен половине прямого угла, или 45 градусам.

– Верно! – просиял Майкл и быстро написал на листке бумаги слева 45 градусов, а справа единицу – результат деления тени на зонтик. – А если длина тени стремится к нулю, то и угол равен нулю! – И Майкл добавил два нуля в таблицу – только в самый низ страницы. – Теперь будем задаваться другими значениями отношения длины тени и зонтика – от единицы до нуля, а потом станем измерять получившиеся углы. Так мы заполним все строчки в таблице. Например, для длины тени вползонтика мы можем измерить верхний угол – и он окажется равным 26,6 градуса. Можешь ли ты, Галатея, заполнить такую таблицу сама, если я дам тебе линейку для черчения треугольников и угломер для измерения углов?

– Конечно, могу, – заявила Галатея. – Это и кошка смогла бы сделать.

– Прекрасно! – улыбнулся Майкл. – Теперь представь, что какой-то древний математик сделал это впервые, посмотрел на получившуюся таблицу и сказал: «Отношение горизонтальной и вертикальной сторон в таком прямоугольном треугольнике является функцией верхнего угла. Отныне пусть эта функция называется *тангенсом*!»



– Вот так просто? – не поверила ушам Галатея. – Взять составить таблицу примитивных измерений и объявить это тангенсом?

– Да, только надо сделать это первым. А потом надо ввести эту таблицу во все калькуляторы. И теперь, когда я сообщаю калькулятору, что верхний угол в моём треугольнике равен 29 с половиной градусов, то он сразу сверяется с таблицей тангенсов и отвечает, что длина тени составляет… э-э-э… примерно 56,5 процента от длины зонтика.

– Если я возьму и составлю таблицу верхнего угла и

отношений горизонтальной тени не к длине зонтика, а к длине наклонной линии в этом треугольнике, это ведь будет другая функция? – спросила недоумевающая Галатея.

– Конечно! – воскликнул Майкл. – Это будет функция, которая называется *синусом*! Ты самостоятельно переоткрыла новую тригонометрическую функцию!

Галатея польщенно хмыкнула и напряженно впилась взглядом в таблицу.

– Неужели до сих пор не понятно? – поддел её Андрей. – Кошка бы уже поняла!

Потом он повернулся к Майклу и спросил:

– Значит, арктангенс – это наша таблица, только читаемая в другую сторону?

Майкл согласился:

– Да, я могу сначала посмотреть на отношение длины зонтика и тени, а потом найти по таблице величину верхнего угла. Эта процедура будет называться вычислением *арктангенса*.

– Постойте-постойте! – воскликнула Галатея. – Объясните мне вот что…

Дети спорили про синусы и тангенсы до тех пор, пока не принесли вкуснейшие пирожные и душистый чёрный чай с мятой. А Дзинтара наклонилась к Майклу и тихо сказала:

– Спасибо за то, что открыл для детей тангенс!

Пока то да сё – время пролетело, и позвонил Роберт.

– У нас Солнце достигло максимальной высоты в 1 час и 4 минуты!

Майкл уточнил:

– По гринвичскому времени, которое отстаёт от нашего на целый час, так как располагается в другом часовом поясе?

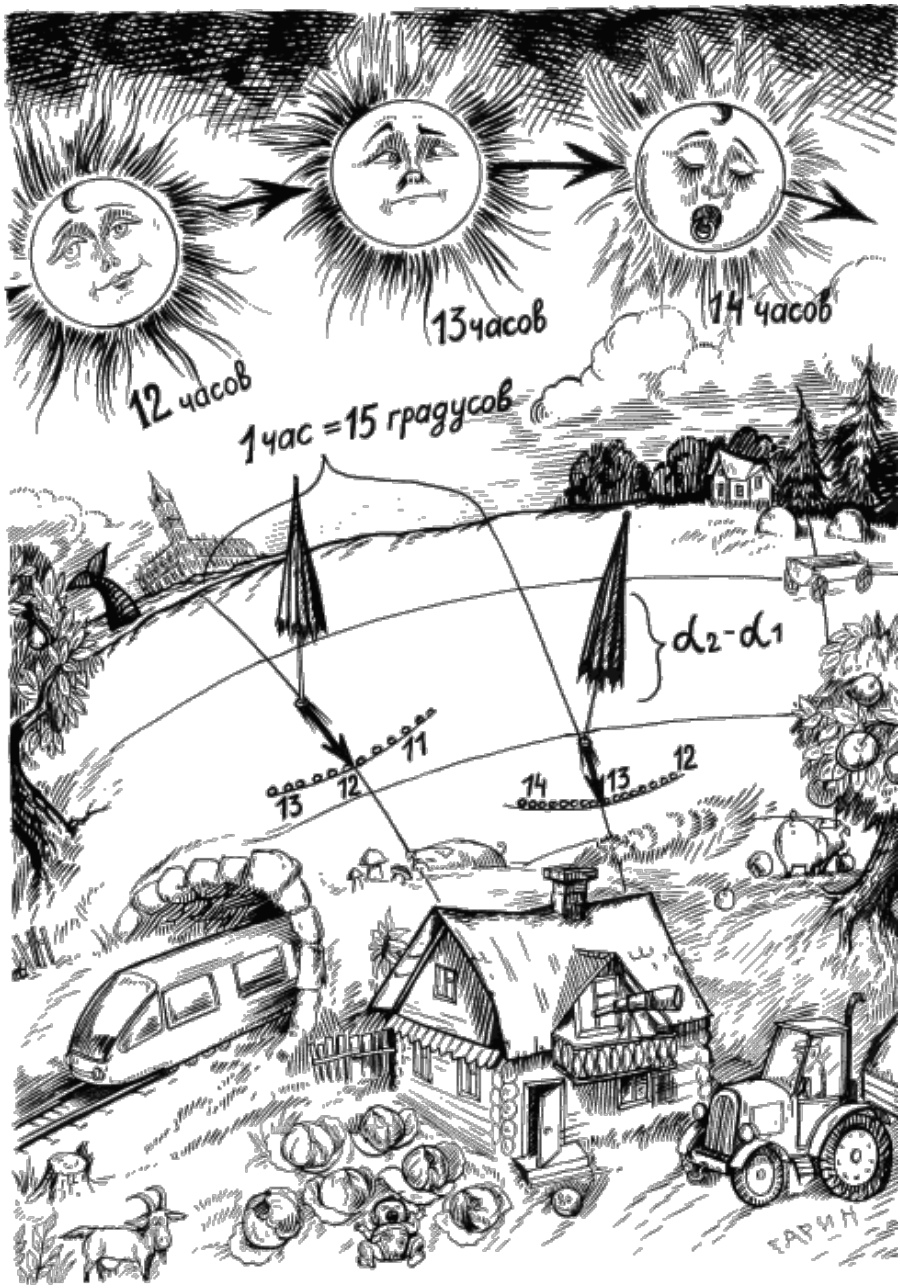
– Да.

– Итак, гринвичский полдень настал позже нашего на 1 час и 4 минуты. Земля делает оборот в 360 градусов за 24 часа. Следовательно, запаздывание максимального подъёма Солнца на один час соответствует смещению по долготе на 15 градусов, а запаздывание на 4 минуты – на один градус. Значит, между нами и Гринвичским меридианом расположено примерно 16 градусов. А так как долгота Гринвичского меридиана, по взаимному соглашению, – ноль, то это означает, что наша долгота – 16 градусов восточной долготы. Роберт, а какой угол отбрасывала ваша тень в этот момент?

– 41,5 градуса отклонения от вертикали.

– А у нас 29,5. Значит, разница в широтах между нами и Гринвичем – 12 градусов. Каждый моряк знает, что широта Гринвича – 51,5 градуса, и легко найдёт нашу широту – 39,5

градуса северной широты. Если бы у меня были таблицы, в которых было бы указано время достижения максимальной высоты Солнца в Гринвиче каждый день, то я бы смог определить свои координаты без звонка Роберту. Такими таблицами, предсказывающими положение Солнца на год вперёд, и пользовались моряки прошлых веков, замеряя по своим часам время максимальной высоты Солнца в неведомых краях, куда их заносила судьба моряка.



– Здорово! – восхищённо сказал Андрей.

А Галатея недоверчиво покачала головой, попросила принести карту Европы и поползла – или поплыла? – по ней, пыхтя, как древний паровой буксир. Потом спросила:

– Предположим, что мы перелетели из Бельведере-Мариттимо в Валенсию, которая расположена на нашей широте, но возле нулевой долготы. Солнце в Лондоне и в Валенсии достигнет

максимальной высоты одновременно?

– Да, между этими городами существует лишь разница в широте. Кстати, ты можешь определить по карте расстояние между Валенсией и Лондоном?

Галатея с помощью линейки и Андрея измерила расстояние между английским Лондоном и испанской Валенсией:

– 1335 километров!

– Отлично! – обрадовался Майкл. – А вот теперь догадайтесь, как можно определить длину окружности Земли, зная, что между широтами Лондона и Валенсии разница в 12 градусов, а расстояние между этими городами составляет 1335 километров? Такую задачку в своё время решил Эратосфен – для двух египетских городов, расположенных примерно на одной долготе.

Дети задумались. Первым сообразил Андрей:

– 12 градусов – это одна тридцатая окружности в 360 градусов! Значит, длина земной окружности в 30 раз больше, чем расстояние между Лондоном и Валенсией. Это будет… 1335 умножить на 30… это будет 40 тысяч километров и ещё… ещё 50 километров!

Майкл восхитился:

– Прекрасный, очень точный результат!

Галатея немедленно надулась на Андрея. А тот сказал:

– Оказывается столько интересного можно узнать, всего лишь измеряя длину тени!

Майкл, кивнув, сказал:

– Астрономическая обсерватория необязательно должна оснащаться телескопом. Даже с помощью простейших приборов можно сделать ценные астрономические измерения. Если определять длину тени на земле в течение года, как это делали древние, то можно вычислить важнейшие астрономические параметры Земли – например, узнать наклон её оси вращения.

– Как это сделать? – заинтересованно спросила Галатея.

– Зимой верхний угол тени от зонтика будет самым большим, летом – самым маленьким. Половина разницы между большим и маленьким углом будет равна углу наклона земной оси.

Галатея была потрясена:

– Я замерю половину угла между зимней и летней тенями от своего зонтика, и это и будет наклон всей нашей огромной Земли? Вот какой я угол найду, таким и будет наклон всей планеты?!

– Да, планета послушается тебя беспрекословно, – улыбнувшись, подтвердил Майкл.

Галатея так и села, распахнув голубые глаза шире некуда.

– А что ещё можно определить по тени?

– Тень – ценнейший астрономический инструмент. С её помощью можно вычислить и период обращения Земли вокруг Солнца.

– То есть – определить длину года? – переспросил Андрей.

Майкл кивнул.

– А зачем её определять? – поинтересовалась Галатея. – Календарь же есть – в году 365 дней.

– Но ведь кто-то составил ПЕРВЫЙ календарь на земле – и этот кто-то был астрономом, наблюдающим за движением Солнца и теней от предметов. Кстати, точная длина года НЕ РАВНА 365 дням, и в этом-то и заключается вся трудность составления календаря. Наблюдая за местом восхода и захода солнца – то есть отмечая направления тени на рассвете и закате, можно определить и дату равноденствия, когда день равен ночи.

– Что ещё? – вошла во вкус Галатея.

Майкл задумался.

– Теоретически, научившись ОЧЕНЬ точно определять длину тени, можно находить и небольшие колебания оси Земли – так называемые *колебания Чандлера*. Тень – или наклон солнечного луча – может дать информацию и об изменении расстояния Солнце – Земля, то есть об *эксцентриситете*– или несферичности – земной орбиты. Но я тут не специалист и не уверен, что можно с такой точностью измерить длину расплывчатой тени от Солнца.

– Мама, мы должны забрать наш обеденный стол под астрономические наблюдения с тенью! – решительно заявила Галатея, повернувшись к матери.

– Не отдам! – не менее решительно потрясла головой Дзинтара. – Это мой любимый стол. Я лучше вам покажу ровную бетонную площадку возле фонтана, где вы сможете установить свое оборудование и ловить уползающую тень в своё удовольствие. Но если вы хотите отмечать тень каждые четыре минуты, то вам придется проводить на площадке весь день. А уроки и школа?

– Действительно! – огорчилась Галатея. – Что же делать?

– Не волнуйся, – сказал Андрей. – Я установлю возле зонтика фотоаппарат и запрограммирую его на фотографирование тени каждые полминуты. А после уроков мы просмотрим эти фотографии. Их можно даже превратить в фильм про движение тени. А с процессором в фотоаппарате я договорюсь – и он сам будет измерять нужные углы.

– Молодец! – одобрила изобретательность сына Дзинтара.

Потом Майкл спросил у Галатеи:

– Теперь тебе понятно, как аккуратные часы, которые ходят одинаково в разных точках мира, могут помочь в определении

широты и долготы?

– Ну зачем ты спрашиваешь, Майкл! – укоризненно сказала Галатея. – Это же так просто! Проще может быть только тангенс.

Примечания для любопытных

Гибралтар– заморская территория Англии, расположенная на берегу Гибралтарского пролива, отделяющего Европу от Африки.

Ла-Манш, или Английский канал, – пролив между Англией и Францией.

Карл II(1630–1685) – король Англии и Шотландии с 1660 года.

Людовик XIV(1638–1715) – французский король, прозванный «король-солнце». Царствовал 72 года – дольше всех европейских монархов.

Джон Флемстид(1646–1719) – королевский астроном, первый директор Гринвичской обсерватории.

Луиза де Керуаль(1649–1734) – фаворитка короля Карла II.

Клодсли Шовелл(1650–1707) – английский адмирал. Погиб при крушении флагманского корабля.

Джеймс Брэдли(1692–1762) – английский королевский астроном с 1742 года.

Джон Харрисон(1693–1776) – талантливый английский часовщик, который более пятидесяти лет потратил на создание точного морского хронометра.

Леонард Эйлер(1707–1783) – знаменитый математик. Родился в Швейцарии, работал в России и Берлине. Автор более 800 научных работ.

Алекси Клеро(1713–1765) – французский математик и астроном.

Тобиас Майер(1723–1762) – немецкий астроном, известный своими исследованиями Луны.

Невил Маскелайн(1732–1811) – английский астроном, с 1765 года – директор Гринвичской обсерватории. В 1766 году основал британский астрономический ежегодник, публикующий точные эфемериды планет и Луны.

Джеймс Кук(1728–1779) – английский капитан, совершивший два кругосветных путешествия. Открыл Гавайские острова и был убит туземцами в своём третьем плавании вокруг земного шара.

Сет Чендлер(1846–1913) – американский астроном, открывший колебания оси Земли с периодом в 430 дней и

размахом в несколько метров. Причина существования таких колебаний до сих пор неизвестна.

Сказка о музыканте Гершеле, который расширил космос вдвое

Ньютон, основатель современной науки и её математических методов, умер в 1727 году, но джинн научного и технического прогресса, которого выпустил на волю фермер Ньютон, продолжал раскручивать маховик истории, всё ускоряя и ускоряя его. Каждый год приносил какое-нибудь яркое достижение в науке и технике:

1728– английский часовщик Джон Харрисон (1693–1776) сконструировал пружинный маятник с частотой качания, не зависящей от температуры.

1729– англичанин Джеймс Брэдли открыл аберрацию – смещение звёзд из-за движения Земли и конечности скорости света.

1730– французский хирург Георг Мартин (1702–1741) сделал первую трахеотомию – операцию с разрезом дыхательного горла.

1731– английский астроном Джон Бэвис (1695–1771) открыл звёздную туманность Краб (обозначенную позже как объект M1 в каталоге Мессье).

1733– англичанин Джон Кей (1704–1764) запатентовал «летучий челнок», который революционизировал ткацкую промышленность.

1734– французский учёный Рене Реомюр (1683–1757) опубликовал книгу о насекомых, основав тем самым науку энтомологию.

1735– шведский химик Георг Брандт (1694–1768) впервые в истории открыл металл, ранее полностью неизвестный людям, – кобальт. В этом же году английский учёный Джордж Гадлей (1685–1768) догадался, что в земной атмосфере существуют две огромные ячейки циркуляции (ныне ячейки Гадлея): воздух, нагретый на экваторе, поднимается вверх и растекается на большой высоте на север и на юг. На северной и на южной широтах в 30 градусов остывший воздух снова опускается и возвращается к экватору – погреться.

1736– француз Шарль Мари де ла Кондамин (1701–1774), математик и путешественник, во время своего путешествия по джунглям Амазонки увидел, как индейцы собирают и изготавливают каучук.

1738– швейцарец Даниил Бернулли (1700–1782) заложил основы теории газов, предположив, что они состоят из мелких и быстрых частиц материи.

* * *

1738 год был отмечен и тем, что у немецкого музыканта Гершеля, который увлекался звёздным небом, родился сын Вильгельм. Мальчик был музыкально одарён и к четырнадцати годам уже профессионально играл на скрипке и гобое. Вильгельм служил музыкантом в военном оркестре. Ему было всего девятнадцать, когда его полк послали в Англию. Его младшая сестра Каролина Лукреция Гершель была двенадцатью годами моложе Вильгельма и очень любила своего старшего брата. Когда он уезжал за море, в далёкую страну, девочка безутешно плакала. И Вильгельм поклялся сестре, что он обязательно вернётся за ней.

Клятвы, данные детям, никто из взрослых не держит – чего только не скажешь второпях, чтобы ребёнок не плакал?

– Это неправда! Мама, ты всегда выполняешь свои обещания! – возмутилась Галатея.

– Я стараюсь, но так написано в сказке, которую я читаю, – улыбнулась Дзинтара и продолжила: – Война, сотрясавшая Европу, развеяла по разным странам всех братьев Каролины. Отец семейства умер, и повзрослевшую Каролину ждало безрадостное будущее. В восемнадцатом веке девушкам из бедных семей не полагалось думать о серьёзной профессии. Их обычным уделом были мечты о замужестве, кухня и шитьё.

– Р-р-р! – зарычала Галатея. Она не хотела прерывать маму, но не высказаться не могла.

– Такая судьба была не по сердцу Каролине, и девушка, которой уже исполнилось двадцать два, впала в отчаяние.

К тому времени Вильгельм стал Вильямом и известным музыкантом в английском городе Бате.

В ненастный, холодный день Каролина получила из далёкой Англии письмо от любимого брата. Девушка открыла конверт и не поверила своим глазам: брат звал её к себе! Вильям купил трёхэтажный дом в Бате и предлагал Каролине переехать к нему и начать карьеру певицы сопрано.

Никогда ещё Каролина не была так счастлива. Брат не забыл своего обещания, данного совсем маленькой девочке!

И вот Каролина стоит на палубе парусного корабля, плывущего в Англию. Плеск волн и хлопанье парусов наполняют девушку новой, неслыханной раньше музыкой.

На пристани, к которой причалил корабль, Каролину ждал её брат. Только увидев заплаканное и сияющее лицо сестры, Вильям понял до конца, какое правильное письмо он ей послал.

– Молодец! – одобрил Гершеля Андрей.

– Каролина стала вести хозяйство в доме холостого брата и с

успехом выступать с его оркестром. Её начали приглашать оркестры других городов. Вильям стал не только известным музыкантом, но и композитором, написавшим за свою жизнь двадцать четыре симфонии.

Но звёзды имели другие виды на музыканта Вильяма Гершеля и певицу Каролину Гершель.

В детстве Вильям, кроме музыки, увлёкся сначала математикой, потом оптикой, а затем беспамятно влюбился в астрономию! Став взрослым, Вильям даёт уроки музыки днём, вечером отливает и шлифует бронзовые зеркала для телескопов системы Ньютона, а ночью наблюдает звёздное небо. «Когда он спит?» – спросите вы. Лучше не спрашивайте!

Часть дома была превращена в литейную мастерскую. Каролина ужасалась, глядя на усталого брата, который задыхался от едких испарений и жары: плавить медь в домашних условиях было делом не только грязным и трудным, но и опасным. Плавильная печь однажды лопнула, и расплавленная бронза хлынула на каменные плиты пола, которые стали трескаться с ужасным шумом.

Но Каролина была верным ассистентом Вильяма: она помогала ему в наблюдениях звёзд и даже кормила брата с ложечки, когда он не мог отвлечься от шлифовки бронзовых зеркал. Однажды Вильям шестнадцать часов не отрывал рук от полировки огромного зеркала.

– Никогда не думала, что астрономы могут быть такими героями! – сказала Галатея.

– Тридцатишестилетний Вильям Гершель построил телескоп с

500-кратным увеличением и начал систематические наблюдения неба – без зарплаты, просто по просьбе души, которая не могла жить без звёзд. Сестра ассистировала ему и вела записи.

Так прошло семь лет.

Ночью 13 марта 1781 года Гершель заметил среди ярких точечных звёзд туманное пятнышко.

«Какая необычная звезда!» – удивлённо подумал музыкант-астроном и записал координаты нового светила в журнал наблюдений, отметив, что обнаружил «или любопытную туманную звезду, или, возможно, комету».

Взволнованный Гершель оторвался от телескопа лишь тогда, когда небо посветлело, и новый объект стал невидим.

Следующая ночь была облачной, и, к досаде Вильяма, увидеть странную звезду не удалось.

15 марта развиднелось. Гершель поспешил к телескопу и, удивлённый, обнаружил, что новый объект за два дня сместился относительно звёзд.

«Значит, это комета!» – решил астроном и сообщил о своём открытии в Гринвичскую обсерваторию. Круг наблюдателей нового объекта значительно расширился, а королевский астроном Маскелайн высказал предположение, что, возможно, это новая планета.

К лету накопилось значительное количество наблюдений новой «кометы». Петербургский академик Лексель провел расчёты орбиты нового светила и сообщил, что оно находится на почти круговой орбите с радиусом в девятнадцать раз большим, чем расстояние от Земли до Солнца и в два раз большим, чем орбита Сатурна. Период обращения нового тела вокруг Солнца был 84 года.

Значит, Гершель действительно обнаружил не комету, а целую новую планету?!

Это была сенсация!

Тысячелетиями люди видели пять планет, двигающихся по небу. Птолемей думал, что они вращаются вокруг Земли. Коперник доказал, что эти планеты вращаются вокруг Солнца, как и наша Земля. Поэтому Земля оказалась обычной планетой в Солнечной системе – одной из шести. Но во всех научных системах мира Сатурн, расположенный от нашего светила в девять с половиной раз дальше, чем Земля, был самой дальней планетой, краем Солнечной системы. В этом были уверены все – Аристотель и Платон, Птолемей и Коперник, Кеплер и Ньютон, астрономы и епископы. Все знали, что за Сатурном располагались лишь звёзды! Весть об открытии огромной планеты, в четыре раза большей, чем Земля, и почти в пятнадцать раз массивнее её,

пронеслась по Европе и Америке, потрясая умы людей и меняя привычную картину мира.

Каролина была горда за своего брата и радовалась, что в его открытиях есть часть и её труда.

Новую планету Гершель открыл неожиданно, но было ли это открытие случайным? Он пишет: «Сложилось мнение, будто Уран привёл в поле зрения моего телескопа счастливый случай, но полагать так – явная ошибка. Ведь я последовательно рассматривал каждую звезду… а потому в ту ночь настал её черёд быть открытой. …Если бы в этот вечер мне помешало какое-нибудь дело, я нашёл бы её в следующий, а телескоп мой был так хорош, что при первом же взгляде на неё я различил диск планеты».

Действительно, открытие Урана было неожиданным, но закономерным итогом трудолюбивых и кропотливых наблюдений неба Гершелем.

В том же году Гершель был избран членом Королевского общества учёных, а годом позже английский король назначил музыканта Гершеля своим личным астрономом. Вильям вместе с Каролиной переезжают ближе к королю. Бывший музыкант, а ныне знаменитый астроном строит всё более и более крупные

телескопы, самый большой из которых имеет диаметр зеркала в метр и двадцать сантиметров.

– Вот так музыкант! – восхитилась Галатея.

– Открытия следуют одно за другим: за несколько лет Гершель обнаруживает два спутника Урана: Титанию и Оберон, а потом и два новых спутника Сатурна: Энцелад и Мимас.

Гершель измерил период обращения Сатурна, определил направление движения Солнца среди соседних звёзд, заметил сезонные изменения полярных шапок Марса, открыл двойные звёзды и выпустил первый каталог таких звёзд с исследованием их орбит. Изучая солнечный спектр, Гершель открыл невидимое инфракрасное излучение.

– А как он это сделал? – спросил Андрей.

– С помощью призмы Гершель разложил в радугу солнечный свет, падающий на его стол. И вдруг заметил, что термометр, лежащий в тени, но рядом с пятном света, стал быстро нагреваться. Гершель понял, что за пределами видимого солнечного спектра есть невидимое излучение, которое нагрело градусник.

– Какой он был умный, этот Гершель! – сказала ревниво Галатея.

– С помощью своего телескопа Гершель обнаружил тысячи звёздных туманностей и галактик. Он первый понял, что наша Галактика – **остров из звёзд**, окружённый сравнительной пустотой, и оценил размер Млечного Пути в семь тысяч световых лет. Эта оценка, на самом деле занизившая реальный размер нашей Галактики больше чем в десять раз, потрясла современников Гершеля и показалась им чудовищно огромной.

Многие открытия музыканта-астронома были неожиданны, но случайными их, действительно, никак назвать нельзя – Гершель вел наблюдения неба каждую ясную ночь свыше тридцати лет.

Лишь тяжёлая болезнь заставила семидесятилетнего астронома наблюдать звёзды реже.

* * *

Главным достижением Гершеля является, конечно, обнаружение новой планеты. Гершель доказал, что эпоха великих открытий в Солнечной системе ещё не закончилась, что в ней могут быть и другие планеты.

Вдохновлённые открытием Урана, астрономы бросились искать новые планеты в Солнечной системе. В первую очередь, они стали искать их между Юпитером и Марсом. Известно

правило Тициуса – Боде, по которому *радиус орбиты* у каждой планеты в полтора-два раза больше, чем у её внутренней соседки. Новичок Уран подтвердил это правило, двигаясь вокруг Солнца ровно в два раза дальше Сатурна.

Исключением являлся лишь Юпитер, который в три с лишним раза дальше Марса. Поэтому астрономы давно подозревали, что в пустоте между Марсом и Юпитером что-то прячется. И действительно, в 1801 году итальянский астроном Пиацци открыл в этой зоне небольшую планетку Цереру. За шесть лет было открыто ещё три планетки с похожими орбитами.

По предложению Гершеля эти планетки стали называть астероидами, так как при наблюдениях они были «звездоподобны» – то есть не имели диска, типичного для больших планет при телескопическом наблюдении. За двести лет в поясе астероидов были открыты сотни тысяч тел!

Открыв Уран, Гершель расширил размер Солнечной системы вдвое. На могиле астронома-музыканта написано: « **Он разбил преграды неба**».

Певица Каролина Гершель сама превратилась в опытного астронома: открыла четырнадцать туманностей, а также восемь новых комет, став первой в мире женщиной – открывательницей комет.

После смерти брата Каролина завершила работу по составлению каталога из двух с половиной тысяч звёздных туманностей, которые наблюдал Вильям.

За это Королевское астрономическое общество наградило Каролину золотой медалью. В её честь назван 281-й астероид – Лукреция.

– Какой замечательный человек, эта Каролина Гершель, я так рада за неё! – не утерпела Галатея. Дзинтара кивнула головой:

– Жизненный путь Каролины был долгим и полным событиями. Она вошла в историю как одна из самых знаменитых женщин-астрономов. Каролина прожила девяносто семь лет и стала свидетелем не только открытия Урана, но и того, как он вызвал волнение среди астрономов и указал им дальнейшую дорогу на неведомые окраины Солнечной системы.

Но это уже совсем другая история.

Примечания для любопытных

Световой год– расстояние, которое свет проходит за год в вакууме без учёта гравитационного поля. Диаметр Млечного Пути составляет 100 тысяч световых лет. Расстояние от Солнца до

Земли свет проходит всего за 500 секунд.

Вильгельм (Вильям) Гершель(1738–1822) – знаменитый астроном и музыкант, открыватель планеты Уран.

Каролина Лукреция Гершель(1750–1848) – астроном, сестра Вильяма Гершеля.

Андрей Иванович Лексель(1740–1784) – русский астроном, специалист по кометам.

Джузеппе Пиацци(1746–1826) – итальянский астроном, монах и открыватель Цереры.

Иоганн Тициус(1729–1796) – немецкий физик и математик. В 1766 году установил правило Тициуса – Боде.

Иоганн Боде(1747–1826) – немецкий астроном. Опубликовал в 1772 году правило Тициуса – Боде.

Правило Тициуса – Боде: радиусы орбит планет можно вычислить по простой формуле $0,4 + 0,3 \times 2^{n}$(расчёты ведутся в а. е. – астрономических единицах). Получим (слева от черты – вычисленное по правилу Тициуса – Боде значение, справа – реальный радиус орбиты):

0,4/0,39 а. е. Меркурий (n = —`)
0,7/0,72 а. е. Венера (n = 0)
1,0/1,00 а. е. Земля (n = 1)
1,6/1,52 а. е. Марс (n = 2)
2,8/2,9 а. е. (Церера) (n = 3)
5,2/5,20 а. е. Юпитер (n = 4)
10,0/9,54 а. е. Сатурн (n = 5)
19,6/19,2 а. е. (Уран) (n = 6)
38,8/30,1 а. е. (Нептун) (n = 7)

В скобках указаны планеты, не открытые на момент формулировки правила Тициуса – Боде. Природа этого правила точно неизвестна. Видимо, такой порядок расположения планет отражает условия их формирования в газопылевом облаке.

Сказка об Адамсе и Леверье, поймавших Нептун на математический крючок

Дзинтара уселась в кресло и открыла книгу. Кресло было просторным, поэтому принцесса уютно устроилась в нём прямо с ногами. Дети уже лежали в своих постелях, но сна у них не было ни в одном глазу. Ничего, сейчас мы это поправим…

– Молодой студент Кембриджа Джон Адамс очень любил рыться на полках книжных магазинов. Такие магазины даже лучше библиотеки – в них можно не только читать, но и покупать самое интересное.

…Тихо шелестят страницы. В солнечном луче золотятся бумажные пылинки. Каждый том на полке сгустил в себе и тайну, и знание. Книжная обложка – это дверь в другой мир. Ты открываешь её и окунаешься в новое захватывающее приключение…

Вдруг студент увидел на полке брошюру, написанную главным астрономом Англии – королевским астрономом Эйри. Адамс открыл её и узнал об интригующей космической загадке.

Планета Уран, открытая Гершелем с помощью личного телескопа, оказалась очень строптивой планетой. Она плохо подчинялась ньютоновскому закону гравитации! По сравнению с вычисленным положением, эта непокорная планета то забегала вперёд, то резко отставала.

Мнения учёных разделились. Одни заявили, что Ньютон вывел неточный закон. Другие сочли, что в орбите Урана неправильно учтена гравитация Юпитера и Сатурна.

«Хм!» – Адамс недоверчиво покачал головой. Он доверял теории Ньютона и знал, что знаменитые математики и механики – Эйлер, Даламбер, Лагранж, Лаплас и Гаусс – к девятнадцатому веку развили ньютоновскую теорию движения планет до очень высокого уровня. Она работала прекрасно для всех планет – за исключением Урана.

Молодой человек снова уткнулся в книжку Эйри.

Астроном Бувар, исследовавший аномальное поведение Урана, выдвинул гипотезу, что на Уран влияет неоткрытая внешняя планета.

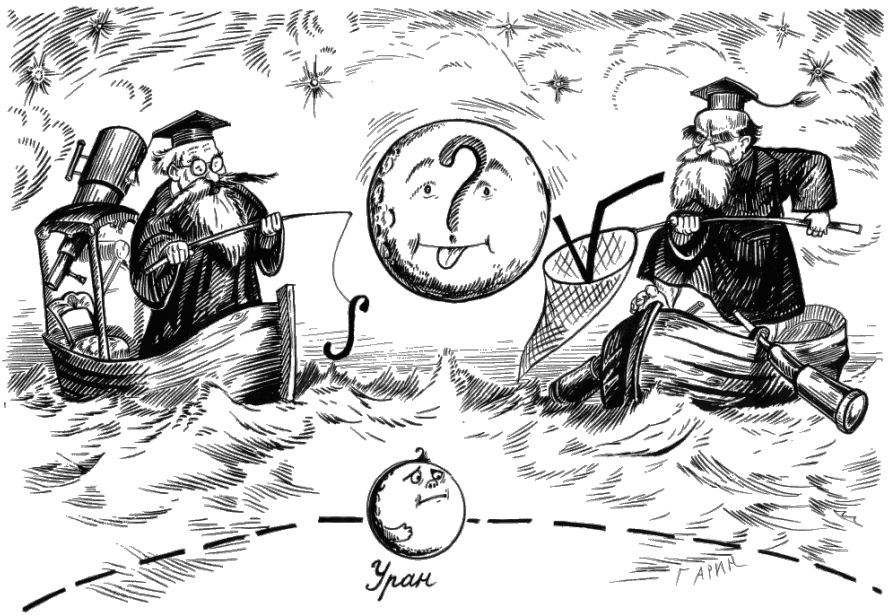
Но где её искать?

Учёные стали обсуждать возможность теоретического вычисления положения невидимой планеты. Но знаменитый

Джордж Эйри, который тогда возглавлял Гринвичскую обсерваторию, скептически рассматривал такие идеи как совершенно нереальные. Это охлаждало многие горячие головы.

Проблема строптивого Урана так захватила воображение Адамса, что он твёрдо решил сам взяться за неё и определить координаты планеты, которая так возмущает движение Урана.

И конечно, уходя из лавки, он купил книгу Эйри.



Адамс был загружен учёбой до предела, но часто думал о невидимой планете. Она, должно быть, расположена дальше Урана и двигается по орбите медленнее, чем он. Когда Уран догоняет невидимку, то испытывает сильное притяжение к ней. Земной наблюдатель видит в это время, что Уран движется быстрее обычного. Потом Уран обгоняет более медленную соседку – и она начинает его тянуть назад. Астрономы в это время замечают, что Уран тормозится, нарушая кеплеровские законы движения космических тел по орбите.

Адамс понимает – чтобы из наблюдений Урана найти координаты невидимки, нужно провести множество сложных расчётов. Он занят учёбой, но следит за публикациями об Уране. Из научных журналов Адамс узнаёт, что Эйри не верит в возможность решения этой задачи, но известный математик Бессель решил-таки определить координаты невидимой планеты (правда, Бессель был уже пожилым человеком, и болезнь не дала ему провести нужные расчёты).

Блестяще окончив Кембриджский университет, летом 1843

года 24-летний Адамс уезжает к родителям на каникулы и получает, наконец, возможность приступить к расчётам координат невидимой планеты. К октябрю Адамс уже находит первое решение, в котором основные проблемы теории движения Урана хорошо объяснялись наличием внешней планеты, которая располагалась в два раза дальше Урана (это значение орбиты невидимой планеты Адамс выбрал, следуя правилу Тициуса – Боде).

Адамс был скромным и робким молодым человеком. Он никому не сообщил о полученных результатах, считая их предварительными, и принялся уточнять свою теорию – в частности уменьшать радиус орбиты планеты-невидимки, чтобы достичь лучшего совпадения с наблюдениями. Два года он упорно работал и получил к сентябрю 1845 года уже пятое решение для параметров невидимой планеты, включая её небесные координаты.

Последнее, самое точное решение Адамс решил показать двум знаменитым астрономам – директору Гринвичской обсерватории Эйри и директору Кембриджской обсерватории Чэллису. Он надеялся, что эти астрономы проверят его предсказание с помощью своих телескопов.

Ну и какая была реакция пожилых и маститых учёных на столь сенсационное сообщение свежеиспечённого и никому не известного выпускника колледжа?

– Пф! – фыркнула Галатея.

Дзинтара согласилась:

– Верно – предельно скептическая. Чэллис позже признался, что «постановка вопроса о проведении наблюдений только на основании теоретических выводов представлялась новой и необычной». Короче, Чэллис, директор Кембриджской обсерватории, получив письмо от Адамса, вовсе не бросился к своему прекрасному телескопу с диаметром зеркала в тридцать сантиметров и не навёл его на указанный Адамсом участок неба.

Адамс испытывал глубокое уважение к Эйри и поехал к нему лично, чтобы рассказать о своих результатах. Он не застал его дома и передал через слугу визитку и письмо с кратким изложением своих результатов. На словах он сказал, что зайдёт попозже. Но когда через некоторое время Адамс вернулся к резиденции Эйри, то величественный дворецкий не впустил молодого человека в дом, заявив, что королевский астроном обедает, и тревожить его нельзя.

Оскорблённый Адамс решил, что ему отказано в приёме, и вернулся в Кембридж.

Надо ли говорить, что после своего длинного обеда Эйри,

получивший от Адамса письмо с координатами новой планеты, тоже не бросился к своему телескопу, чтобы проверить идеи какого-то молокососа? Да этот парень мог сделать кучу ошибок в своих вычислениях! Надо сказать, что консерватизм и скептицизм Эйри были просто выдающимися: он был одним из немногих астрономов, которые к середине девятнадцатого века всё ещё сомневались в теории Ньютона!

– Почти двести лет прошло после опубликования теории Ньютона, а Эйри всё ещё не верил в неё?! – не поверил своим ушам Андрей.

– Через пару недель королевский астроном всё-таки написал Адамсу письмо с каким-то не очень серьёзным вопросом о расчётах, который показывал, что Эйри поверхностно понимал небесную механику. То ли обиженный холодным приёмом, то ли удивлённый несущественностью вопроса, Адамс не ответил королевскому астроному.

Не найдя понимания у ведущих учёных, робкий Адамс не решается опубликовать своё решение в научном журнале и начинает работать над очередным, более точным решением – уже шестым по счёту.

А великие астрономы Эйри и Чэллис выбросили эту историю из своих утомлённых голов.

Но ненадолго – потому что вскоре началось второе действие этой драматической истории.

В июне 1846 года во Франции вышла подробная статья астронома Леверье, который независимо от Адамса провёл необходимые математические расчёты и тоже определил координаты невидимой планеты, влияющей на движение Урана!

Эти координаты были близки к тем, которые нашёл Адамс, но никто в мире ещё не слышал про работу Адамса – кроме астрономов Эйри и Чэллиса.

Прочитав статью француза Леверье, английский королевский астроном Эйри сразу понял, что сел в глубокую лужу.

29 июня он встречается с Чэллисом, чей кембриджский телескоп был гораздо лучше гринвичского, и предлагает ему начать поиски новой планеты – ведь если планету откроют французские наблюдатели, то лужа станет просто бездонной.

Чэллис не отказывается, но не горит. Он занят, и ему не хочется начинать новую программу наблюдений. Эйри настаивает и пишет Чэллису ещё два письма – 9 и 13 июля, предлагая план поиска новой планеты.

Только 29 июля Чэллис раскачивается и начинает искать новую зауранову планету.

План наблюдений, который составили Эйри и Чэллис, ясно

показывает: хотя статья Леверье и подтвердила принципиальную правоту молодого нахала Адамса, в его конкретные числа они верят очень мало.

Адамс дал Эйри и Чэллису наиболее вероятное положение планеты на небе. Вместо того чтобы начать наблюдение вокруг этой точки, Эйри и Чэллис выделяют вдоль эклиптики огромную полосу размером десять на тридцать градусов – и собираются дважды перебрать тысячи звёзд в этой полосе, чтобы найти планету по смещению среди неподвижных звёзд.

Адамс оценил размер и яркость новой планеты, откуда понятно, что она должна иметь – в отличие от звезды – заметный диск. Эйри и Чэллис и этому не верят – поэтому Чэллис не ищет объекты с диском, а захватывает при наблюдении гораздо более слабые и точечные звёзды, увеличивая список просматриваемых объектов во много-много раз.

Итак, Чэллис наконец-то двинулся вперёд с методичностью трактора, пашущего огромное поле. За два месяца он просмотрел три тысячи звёзд – и все они оказались на месте! Так он и знал – нет здесь планеты, предсказанной этим юнцом!

29 сентября Чэллис прочитал очередную статью теоретика Леверье, который прямо советовал тугодумам-наблюдателям искать новую планету *по диску*. Чэллис, ворча, начинает искать планету новым способом – просто высматривая диск среди звёзд. Всего лишь после трёх часов поисков он замечает объект с небольшим диском и говорит об этом своему ассистенту. Чтобы проверить – планета ли это? – нужно просто надеть на телескоп окуляр с большим разрешением.

Но Чэллис не горит. В эту ночь он не стал монтировать новый окуляр, который бы подтвердил наличие диска.

В следующую ночь Чэллис решил вообще не ходить на наблюдения, так как Луна переместилась и стала, по его мнению, засвечивать нужный участок неба.

А вдруг засвечивает недостаточно и планета ещё видна? Может, стоит проверить?

Но Чэллис спокойно ложится спать.

Утром 1 октября он встаёт и с аппетитом завтракает, читая новую лондонскую газету «Таймс».

И вдруг его аппетит напрочь пропадает – он узнаёт, что новую планету уже открыли в Европе!!

В Европе – но не во Франции. Франция, как оказалось, стоит Англии. Когда француз Леверье опубликовал свою работу с предсказанием координат новой планеты – сколько французских наблюдателей бросились проверять указанное место неба?!

– Ни одного? – догадалась Галатея.

– Правильно! Справедливости ради нужно сказать, что молодежь Парижской и Вашингтонской обсерваторий рвалась к инструментам, но почтенные руководители этих учреждений, проявив замечательное интернациональное единодушие, быстро указали этим молодым сверчкам на их шестки.

В отличие от робкого и неопытного Адамса, Леверье был матёр, горяч и нетерпелив. Не найдя отклика у французских наблюдателей, он обращается к зарубежным астрономам, предлагая им поискать новую планету. В конце июня Леверье пишет письмо королевскому астроному Эйри, в Англию, предлагая тому… заняться поиском новой планеты.

– Неправильный ход! – захохотал Андрей.

– Верно. Ввиду «близкого отъезда в Европу» Эйри отклоняет предложение Леверье, который готов прислать детальные данные для наблюдений. Эйри попросту врёт – до его поездки ещё полтора месяца. Хитрый Эйри уже сам пробует организовать поиски планеты по данным Адамса и, из патриотических убеждений, не хочет принимать помощи от француза Леверье.

Леверье начинает понимать, что с этими стариками, сидящими во главе обсерваторий, никакой каши не сваришь. Теперь он делает умный ход. Леверье вспоминает, что в Берлинской обсерватории работает молодой астроном Иоганн Галле, приславший ему год назад свою диссертацию. Леверье пишет ему письмо, где сначала хвалит диссертацию Галле (хорошая она или плохая – какая сейчас разница!), а потом излагает главное дело – просьбу о поиске новой планеты. Леверье приводит в письме её координаты и оценку размера диска.

Иоганн Галле получил письмо днём 23 сентября.

Галле загорелся!

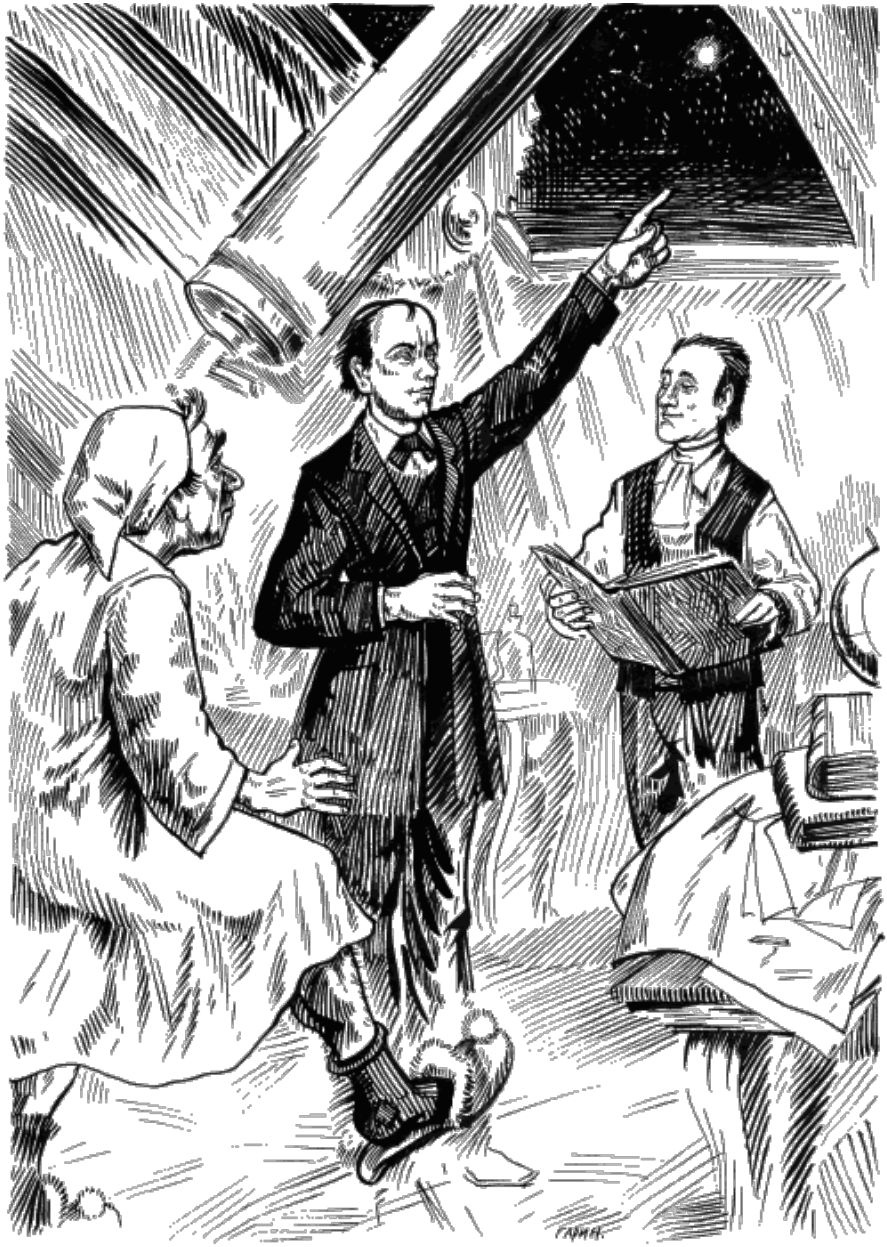
– Наконец-то! – облегчённо перевёл дух Андрей.

– Если бы Леверье написал напрямую директору Берлинской обсерватории – пожилому и заслуженному Энке, – то получил бы обычный пшик. Энке был против новых наблюдений вне утверждённого плана – и когда ассистент Галле пришёл к нему с просьбой разрешить поиск новой планеты, то он ему отказал. Но Галле – не письмо, его в мусорную корзину просто так не выбросишь. Галле был настойчив, а директору хотелось спать – и он махнул рукой на этих молодых безумцев.

В ту же ночь Галле садится за 23-сантиметровый телескоп. Ему вызвался помогать доброволец – молодой студент Генрих д’Аррест, который тоже мгновенно увлёкся идеей поиска новой планеты.

Галле стал просматривать звёзды в указанной Леверье области, но диска нигде не обнаруживалось – увеличивающей

силы окуляра телескопа было недостаточно.



Что делать?

Студенту Генриху приходит в голову замечательная мысль – воспользоваться только что напечатанным и очень детальным берлинским атласом звёзд. Он предлагает сравнить небо с каталогом, чтобы проверить – не затесалась ли среди неподвижных звёзд лишняя – то есть подвижная планета.

Сказано – и сразу сделано. Галле смотрел в телескоп и называл координаты видимых светил, а д'Аррест искал их в каталоге. Уже в полночь Галле назвал координаты довольно яркой звезды, но д'Аррест не нашёл её в каталоге!

Эврика!

Всего за несколько часов энергичных наблюдений Галле и Аррест нашли предсказанную Леверье планету! Её наблюдаемое положение отстояло от вычисленного всего на один градус.

Студент Генрих немедленно побежал будить директора. Неслыханная дерзость! Но даже старые лошадки вскидываются, когда слышат такие новости.

Энке поспешил к телескопу – и три астронома наблюдали новое светило до утра. Чтобы исключить ошибку каталога, они продолжили наблюдение на следующую ночь. Ошибки не было – более сильный окуляр показал, что объект имеет заметный диск и сместился за ночь среди неподвижных звёзд как раз на предсказанную Леверье величину.

Прямо завидуешь этим астрономам – Галле, д'Арресту, да и Энке. Они получили исключительное наслаждение за эти две ночи наблюдений, став участниками и свидетелями изменения картины мира.

Утром 25 сентября Галле пишет письмо Леверье с победным известием. Почтовые лошади, подгоняемые запылённым курьером, быстро доставили письмо Галле из Берлина в Париж. Получив его, Леверье, без сомнения, испытал самый звёздный момент жизни. Порадуемся же и мы за него!

Узнав об открытии новой планеты в Германии, английские и французские наблюдатели очень расстроились. В Англии и Франции разразился политический скандал о подмоченном национальном престиже.

Что же Чэллис и Эйри?

Чэллис залез в свои записи и с ужасом обнаружил, что он за два последних месяца наблюдал новую планету уже трижды, но не понял этого!

– Почему?! – удивилась Галатея.

– Из-за невнимательности: он плохо сравнил данные наблюдений разных дней. Злые языки говорили, что жена астронома не вовремя позвала Чэллиса к чаю, из-за чего он не смог открыть новую планету. Кстати, если бы он исследовал 30 сентября замеченный накануне диск – было доказано, что небо это позволяло, – то стал бы, по крайней мере, независимым открывателем новой планеты.

Но Чэллис не горел на работе, он на ней уныло пахал.

Английские газеты яростно напали на королевского

астронома Эйри и на директора Кембриджской обсерватории Чэллиса, требуя от них ответа – почему они не открыли новую планету по координатам Адамса – зная о них целый год?!

Эйри, к его огромному сожалению, не мог заткнуть рот прессе с помощью дворецкого, который бы заявил, что королевского астронома нельзя беспокоить.

От Чэллиса и Эйри полетели пух и перья!

– Ха-ха-ха! – злорадно засмеялась Галатея.

– Французская пресса тоже не церемонилась с наблюдателями Парижской обсерватории. Тратата и тратата, почему планету француза Леверье открыли в Германии?!

Эйри и Чэллис написали много статей и мемуаров, логично объясняя, почему они долго чихали на теоретическую работу Адамса. Эйри даже находчиво заявил в свою защиту, что открытие новой планеты *не входит в обязанности* королевского астронома.

Но, как победителей не судят, так и оправдательные аргументы людей, севших в глубокую лужу, звучат всегда неубедительно – с каким-то бульканьем.

* * *

Математик и астроном Эйри за свою долгую жизнь не раз демонстрировал удивительный консерватизм и редкую неудачливость. В 30-х годах девятнадцатого века он не поверил инженеру Расселу, открывшему солитон. В 40-х годах он не поверил Адамсу, предсказавшему Нептун. В 70-х годах Эйри был консультантом при строительстве железнодорожного моста и недооценил уровень ветрового давления. Штормовым вечером 28 декабря 1879 года мост рухнул вместе с проходящим по нему поездом. Все пассажиры – семьдесят пять человек – погибли, а Эйри вызвали в суд для дачи показаний. В 80-х Эйри предложил новую теорию движения Луны, но уже после публикации обнаружил, что в сложные вычисления в самом начале вкралась ошибка, обесценившая всю теорию. Директор Кембриджской обсерватории Чэллис тоже вошёл в историю, в основном, благодаря своим неудачным поискам Нептуна.

* * *

Открытие Нептуна стало полезным уроком для многих астрономов и триумфом для ньютоновской механики, которая

оказалась исключительно точным и полезным инструментом науки.

Адамс получил свою порцию славы – его роль в открытии Нептуна была отмечена, а работа была опубликована. Адамс провёл свои вычисления орбиты невидимой планеты раньше Леверье, но независимые расчёты Леверье оказались заметно точнее – и именно они привели к открытию новой планеты.

Сам Леверье прославился мгновенно и на весь мир – настолько, что, предложив сначала традиционно божественное название для новой планеты – Нептун, астроном потом передумал и предложил назвать планету просто Леверье. Тут он погорячился, и астрономическое сообщество эту идею отклонило. Так Леверье и остался главным открывателем планеты Нептун, а не планеты Леверье.

Ещё одним важным научным достижением Леверье стала теория движения Меркурия. В 1859 году, будучи уже сам маститым директором Парижской обсерватории, Леверье открывает аномальную прецессию (см. примечания) орбиты Меркурия – её кеплеровский эллипс смещается (дрейфует, как поморяцки говорят небесные механики) чуть быстрее, чем следует из ньютоновской теории.

Леверье глубоко верил в ньютоновскую теорию и предположил – как и в случае с Ураном, – что существует невидимая планета Вулкан, летающая вокруг самого Солнца и влияющая на Меркурий. Но здесь уже Леверье оказался неправ – никакого Вулкана возле Солнца не было, просто астроном обнаружил пределы применимости теории Ньютона.

– Ну прямо наваждение какое-то! – удивился Андрей, которого, в отличие от младшей сестры, так и не удалось усыпить длинной историей. – Старики-то всегда неправы?!

Дзинтара улыбнулась и негромко сказала:

– Даже крохотные несоответствия между наблюдениями и теорией часто оказываются очень перспективными. Через шестьдесят лет из этой аномальной прецессии Меркурия родится теория гравитации Эйнштейна, которая сменит теорию гравитации Ньютона на посту управителя небес.

Эпоха небесной механики уступит дорогу эпохе небесной физики, а новое время всегда рождает новые сказки…

Примечания для любопытных

Жан Даламбер(1717–1783) – французский учёный-энциклопедист, известен как философ, механик и математик.

Жозеф Лагранж(1736–1813) – итальянский математик и механик, работавший после 1766 года в Берлине, а с 1787 года – в Париже.

Пьер-Симон Лаплас(1749–1827) – французский математик, физик и астроном.

Алексис Бувар(1767–1843) – французский астроном. Исследовал неравномерности в движении Урана и выдвинул гипотезу о существовании зауральной планеты.

Иоганн Гаусс(1777–1855) – великий немецкий математик, астроном и физик. Его зовут «королём математиков».

Фридрих Бессель(1784–1846) – немецкий математик и астроном. В честь него названы функции Бесселя. Основатель Кёнигсбергской обсерватории.

Иоганн Энке(1792–1865) – немецкий астроном, директор Берлинской обсерватории с 1825 по 1862 год. Исследовал комету Энке и открыл пробел в кольцах Сатурна (щель Энке).

Джордж Эйри(1801–1892) – английский математик и астроном. Директор Гринвичской обсерватории с 1836 по 1861 год.

Джеймс Чэллис(1803–1882) – английский астроном, директор Кембриджской обсерватории.

Урбан Леверье(1811–1877) – французский небесный механик. В 1846 году опубликовал статью с предсказанием траектории невидимой внешней планеты. С помощью его расчётов Галле и д'Аррест открыли планету Нептун. С 1853 года – директор Парижской обсерватории.

Иоганн Галле(1812–1910) – немецкий астроном, открывший вместе с д'Аррестом планету Нептун. С 1835 года работал помощником Энке, директора Берлинской обсерватории. Открыл три кометы и внутреннее кольцо Сатурна.

Джон Адамс(1819–1892) – английский астроном и математик, первым рассчитавший траекторию невидимого Нептуна.

Генрих д'Аррест(1822–1875) – немецкий астроном. Соавтор открытия планеты Нептун. Работал в Лейпцигской обсерватории, где в 1851 году открыл периодическую комету (комета 6P/ д'Арреста), а в 1862 году – крупный астероид 76 Фрея.

Эклиптика– круг на небе, по которому движется Солнце, или круг, образованный сечением небесной сферы плоскостью орбиты Земли.

Аномальная прецессия Меркурия– аномальное смещение эллипса, по которому движется Меркурий. Теория Ньютона предсказывает определённую скорость поворота эллипса вокруг Солнца – из-за воздействия других планет, – но в реальности

орбита Меркурия прецессирует быстрее. Эта аномальная скорость прецессии была объяснена лишь в теории Эйнштейна, которая установила искривление пространства возле Солнца.

Сказка о том, как русские, немцы и американцы мечтали о ракете

– Когда усталость и суета захлестывают меня с головой, то я выхожу под ночное небо и смотрю на звёзды. И они сразу успокаивают меня, помогают расставить жизненные приоритеты. Многие тревоги оказываются пустяками… Вот такая звёздная психотерапия… – Сидевшая в кресле Дзинтара замолчала.

Галатея в пижаме соскочила с постели и широко распахнула окно детской спальни, которое выходило в сад. Над деревьями висела четвертинка луны и сверкала стая крупных звёзд. Девочка уставилась на звёзды и замерла. Наступила тишина, подчёркнутая цикадным стрекотом. Звёзды мерцали, окружая девочку, и в какой-то момент они перестали быть просто огоньками на плоском фоне. Небо стало объёмным и распахнулось. Крупные звёзды приблизились – рукой подать, а звёздочки поменьше отдалились в галактический горизонт, в неимоверную глубину, от одного взгляда в которую начинала кружиться голова и восторженно стучать сердце.

– Какой он большой, этот космос! – потрясённо сказала Галатея. – Какой он *странный*!

– Космос поднимает людей над земными проблемами, заставляя их мечтать. Он действует на всех, кто смотрит на небо, но иногда он потрясает человека настолько сильно, что тем овладевает фантастическая мечта о полёте к звёздам. И он посвящает жизнь этой мечте!

– Ну хорошо, захотел человек полететь в космос, а ракет ещё нет, что же он может сделать? – удивился Андрей.

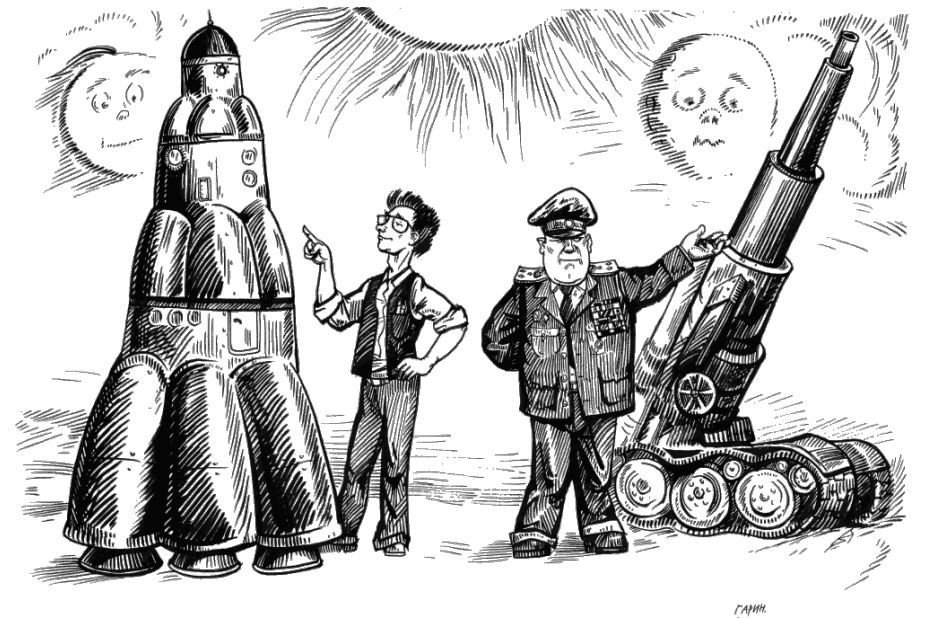
– Самую сильную мечту ничто не останавит. Именно так и были созданы первые ракеты. Ещё в семнадцатом веке Ньютон рассчитал, что если сказочный богатырь бросит яблоко со скоростью **восемь километров в секунду**(её называют первой космической скоростью), то оно вылетит в космос и станет искусственным спутником Земли – то есть будет летать в космосе не падая!

– Да где же найти такого богатыря?! – взмахнула руками Галатея.

– Верно, – согласилась Дзинтара, – красивая идея Ньютона оставалась умозрительной целых триста лет: для запуска космического спутника никак не могли найти подходящего силача.

Самыми быстрыми изделиями человеческих рук до

двадцатого века были ядра, пули и снаряды. Обычно они вылетали из дула под давлением пороховых газов со скоростью несколько *сот метров в секунду*. Скорость снарядов дальнобойной немецкой пушки, которая обстреливала Париж во время Первой мировой войны, достигала *двух километров в секунду*– то есть была в четыре раза меньше первой космической скорости.



Но ничего быстрее пушечного снаряда никак не могли изобрести, и даже фантаст Жюль Верн в своём романе «Из пушки на Луну» описал космический полёт… пушечного снаряда, в котором находились люди. После чтения книги Верна многие захотели полететь в космос. Фантазия учёных шагнула дальше воображения писателя: они показали, что, придав достаточную скорость космическому аппарату, его можно вывести не только на орбиту вокруг Земли или отправить к Луне, но и послать к другим планетам.

Вот только как придать ему такую скорость?

Жюль-верновская пушка для полётов в космос не годилась.

А что годится? Ау, богатырь!

На роль богатыря вызвалась ракета.

* * *

Константин Эдуардович Циолковский был очень интересным человеком: страстным изобретателем, учёным-самоучкой,

популяризатором науки. Да, и ещё – школьным учителем. Он доказывал, что в космос можно подняться с помощью РЕАКТИВНЫХ ракет. Циолковский записал уравнения для динамики ракеты с *изменяющейся массой*и выдвинул концепцию *многоступенчатой*ракеты.

– Постой, мама, – крикнула Галатея. – Как это – ракета с изменяющейся массой? Она что – худеет в космосе?

– Галатея, старинные ракеты несли с собой столько горючего, что, сжигая его, быстро становились всё легче и легче, – Андрей опередил мать и сам объяснил сестре новое понятие.

– А что такое многоступенчатая ракета? Она похожа на лестницу? – не отстала Галатея.

– Это просто ракета, которая сбрасывает пустые баки. Израсходовала горючее из нижней своей половины – и отстегнула её, чтобы не тащить на себе лишнюю тяжесть и лететь дальше налегке.

– Верно, – одобрила Дзинтара объяснения сына. – Все эти соображения Константин Эдуардович развил в своём классическом труде «Исследование мировых пространств реактивными приборами», опубликованном в 1903 году. Тогда ещё не было самолётов, а Циолковский уже мечтал о ракетах!

И он зажёг своей мечтой многих.

* * *

Книги мечтателей Жюля Верна и Циолковского стали толчком для мечтателей нового поколения, которые с энтузиазмом взялись за создание ракет.

В США ракетами стал заниматься Роберт Годдард.

В Германии – Герман Оберт, а потом его ученик Вернер фон Браун.

Во Франции создать ракету решил Робер Эсно-Пельтри.

В СССР ракеты увлекли Сергея Королёва, Фридриха Цандера, Михаила Тихонравова и других инженеров.

Мечта – мечтой, но ракета оказалась машиной сложной и капризной. Для её создания понадобились немалые деньги. Правительство – это такой орган общества, который должен финансово поддерживать мечтателей, если они обещают сделать что-то полезное для общества. К сожалению, правительство состоит из большого количества умных людей, которые думают и действуют очень по-разному. Поэтому правительство как коллективный орган нередко страдает своеобразным слабоумием.

Поэтому судьба создателей ракет в разных государствах

оказалась очень разной.

В Америке мечтатель Роберт Годдард не получил существенной поддержки ни от государства, ни от общества. В 1920 году «Нью-Йорк таймс» высмеяла в редакционной статье абсурдные ракеты Годдарда – ведь в вакууме не от чего отталкиваться! – и заявила, что профессор не знает школьного курса динамики.

– Невежды часто обвиняют других в невежестве! – авторитетно заявил Андрей.

– Извините меня, а от чего действительно отталкиваются ракеты в пустоте, где нет воздуха? – прошептала смущённо Галатея.

– Ракета отталкивается от атмосферы, которую сама создает! – сказал Андрей. – Ведь ракетное топливо при сгорании превращается в газ – именно от него ракета и отталкивается! Так птицы отталкиваются от воздуха.

Галатея развела руками, пытаясь то ли расправить крылья, то ли измерить длину ракеты.

– Значит, ракета – это птица, которая носит с собой воздух для полета?

Дзинтара призадумалась над комментариями детей, но возражать не стала и продолжила чтение:

– С 1926 года Годдард запускает небольшие ракеты, которые изготавливает в одиночку или с помощью немногочисленных помощников. В каждом запуске отрабатывались важные принципы управления ракетным полётом, но сама ракета взлетала невысоко – на пару километров. После очередного эксперимента Годдарда местная газетка разразилась ехидным заголовком: «Лунная ракета промахнулась на 380 тысяч километров!»

Так американцы, в том числе администрации пяти подряд президентов – Вильсона, Гардинга, Кулиджа, Гувера и Рузвельта, возглавлявших США в то время, фатально недооценили своего учёного, который мог бы возглавить национальную ракетную программу. В результате американское ракетостроение не получило должного развития до середины сороковых годов.

Мечтатель Робер Эсно-Пельтри несколько лет безуспешно пытался привлечь внимание французского правительства к ракетной технике, а потом начал экспериментировать сам. В результате взрыва потерял четыре пальца на левой руке. Получил всё-таки небольшую субсидию и одного ассистента; благодаря этому разработал и испытал реактивный двигатель. Потом Франция была захвачена Германией, а Эсно-Пельтри эмигрировал. Так умерла французская ракетная программа.

В Советском Союзе ракетами занимаются Королёв с

Цандером, Тихонравовым и другими инженерами. Молодые ракетчики запускают свою первую ракету в 1933 году. К 1936 году Королёв с друзьями создает крылатые ракеты с пороховым и жидкостным двигателями, но его карьера ракетостроителя прерывается в 1938 году. Правительство оказалось неумным настолько, что Королёва арестовывают по ложному обвинению и отправляют на золотые прииски Колымы. Сергей Павлович Королёв чудом выживает в сталинских лагерях, но до конца войны он уже не занимается космическими ракетами.

Так советское правительство чуть не убило гениального учёного, который мог активно развивать национальную ракетную программу. Развитие ракетостроения в СССР было задержано на десятилетие.

Фон Браун, частично опираясь на известные ему результаты Роберта Годдарда, запустил первые ракеты одновременно с Королёвым. Потом их пути разошлись: заключенный Королёв отправился в тюрьму, а 25-летний аристократ, барон Вернер фон Браун, состоявший в родстве с несколькими королевскими династиями, включая Карла Великого, был поддержан правительством гитлеровской Германии и стал главой ракетного центра. Через пять лет Вернер Браун создал первую в истории баллистическую (или суборбитальную) ракету «Фау-2» с дальностью в 320 км, сумевшую взлететь на высоту в 190 км.

Немецкая ракетная программа вырвалась вперёд. Германия наладила серийный выпуск баллистических ракет – и три тысячи «Фау-2», каждая из которых несла тонну взрывчатки, были выпущены немцами по Лондону, Антверпену, Парижу, Маастрихту и другим городам. Для производства самых передовых ракет в мире режим Гитлера использовал труд рабов. На фабриках по производству «Фау-2» умерли десятки тысяч узников концлагерей. А вот от взрывов запущенных «Фау-2» людей погибло гораздо меньше, так что ракеты фон Брауна не оказали на ход войны существенного воздействия.

– Как им было не стыдно приказывать делать эти ужасные ракеты! – покачала головой Галатея.

Дзинтара грустно добавила:

– Ракеты возникли из мечты человека о космических полётах, но правительства разных стран единодушно финансировали лишь военное применение ракет. Мнение самих учёных и инженеров не принималось в расчёт. Фон Браун, узнав о ракетном ударе по Лондону, с горечью сказал: «Мои ракеты приземлились не на ту планету». Самого же ученого гестапо арестовало из-за доноса, что фон Браун и его инженеры в своих разговорах сожалеют о том, что занимаются созданием военных, а не исследовательских

ракет. Действительно, в кругу своих коллег фон Браун заявлял, что ему «наплевать на победу фюрера» и что «лично ему нужна Луна». Но мечты барона фон Брауна власти Германии тоже игнорировали.

Конец войны принёс существенные изменения в расстановку сил в мировой космонавтике: в 1945 году немецкая ракетная программа скончалась вместе с нацистским рейхом. В этом же году в Америке умер Годдард, а в Европе фон Браун сдался в плен войскам США вместе с полусотней ведущих ракетных инженеров. Американцы вывезли в США и сотню готовых ракет «Фау-2».

Власти СССР освобождают Королёва, велят надеть форму капитана артиллерии и посылают изучить ракеты «Фау-2», захваченные советскими войсками на немецком ракетном полигоне Пенемюнде.

– А зачем ему велели надеть форму капитана? – спросила Галатея.

– Просто сержанта или лейтенанта никто слушаться не будет! – авторитетно пояснил Андрей.

– Немецкие трофеи доказали и русским, и американским военным перспективность ракетной техники. Военные обеих стран решили заставить космических мечтателей создать боевую ракету, которая могла бы перебросить через океан атомную бомбу. Конечно, каждая страна захотела первой создать космическое оружие – и на такую задачу правительства денег не пожалели. Началась гонка между американскими инженерами, включая фон Брауна, и советскими ракетчиками (вместе с той частью немецких специалистов, которые попали в СССР).

В СССР бывший заключённый Королёв изучает старые «Фау-2» и создаёт новые ракеты, пользуясь щедрой поддержкой правительства. Королёв быстро делает следующий шаг по сравнению с ракетами фон Брауна и создает красивую многоступенчатую ракету. Королёв взял и сложил пять отдельных ракет в пучок – одна в центре и четыре по краям. Четыре боковые ракеты сжигали топливо и отсоединялись, выталкивая центральную часть всё выше и выше. Именно центральная ракета выводила свою верхнюю часть на орбиту вокруг Земли.

А в США барон и бывший нацист фон Браун не находит достаточной поддержки. Его работа тормозится. Правительство предпочитает финансировать альтернативную ракетную программу военно-морского флота США.

В августе **1957** года Королёв успешно испытывает новую ракету-носитель под обозначением «Р-7», или, как прозвали её ласково, «семёрка». Военные были счастливы – у них есть желанная ракета! Королёв, набравший весомый авторитет, не

забывает о своих космических мечтах и предлагает запустить с помощью созданной боевой ракеты вполне мирный спутник Земли. Правительство соглашается.

4 октябряэтого же года в СССР с помощью ракеты «Р-7» запускается в космос первый искусственный спутник Земли. Неожиданно для политиков планетарный резонанс от этого мирного запуска оказался оглушительным.

* * *

Стивен Кинг, известный американский писатель, вспоминает, что в этот вечер он, ещё школьник, сидел в кинотеатре. Вдруг фильм прервали, включили свет и сообщили зрителям, что русские запустили спутник, который летает сейчас над Америкой и вообще над всем миром.

Когда свет выключили и фильм возобновили, интерес зрителей к кино полностью пропал. У всех возникло ощущение если не конца света, то конца старой эпохи.

В английском языке появилось новое слово – **sputnik**.

* * *

Появление советского спутника массой свыше восьмидесяти килограммов – прямо над головой американских конгрессменов! – произвело на них эффект гораздо больший, чем взрыв реальной бомбы того же веса.

Бум!

Не успели члены администрации Эйзенхауэра опомниться, как…

БУМ!!!

…и через месяц после первого спутника над Капитолием промчался второй русский спутник весом более полутонны, с живой собакой Лайкой на борту.

В правительстве США началась настоящая паника. Известный американский историк Бурстин писал о реакции в Америке на первый советский спутник: «Никогда ещё столь малый и столь безобидный объект не вызывал такого ужаса».

Американские ракетчики и учёные мгновенно стали персонами номер один, а ракетные программы США были предельно ускорены. Пытаясь догнать СССР, сделавший научно-технический рывок и первым вышедший в космос, в 1958 году США создаёт космическое агентство НАСА, военно-научное

агентство ДАРПА, а также запускает программу поощрения образования в стратегически важных науках. Запуск первого спутника стал катализатором научно-технической революции во второй половине XX века. Некоторые историки полагают, что запуск спутника стал главным событием двадцатого века и оказал на жизнь человечества наибольшее влияние.

Фон Браун по-прежнему не пользуется поддержкой в правительстве, поэтому первый контракт на запуск искусственного спутника Земли правительство США отдало военным морякам. В декабре 1957 года, при попытке выведения на орбиту спутника весом чуть больше килограмма, десятитонная флотская ракета «Авангард» взорвалась, оторвавшись от земли лишь на метр.

Тогда правительство США, наступив на горло национальным чувствам (или предрассудкам?), разрешило запуск спутника группе «чужака» фон Брауна.

1 февраля 1958 годафон Браун успешно запускает первый американский спутник «Эксплорер», весом в четырнадцать килограммов. Новый спутник Земли, снабжённый научными приборами, открывает радиационный пояс вокруг нашей планеты.

* * *

Правительства СССР и США осознали, что национальный престиж может быть достигнут не только через кровавые военные победы, но и с помощью запусков мирных ракет и научных спутников. Благодаря общественному вниманию космические проекты получили могучий импульс.

Между СССР и США развернулась настоящая космическая гонка.

В 1958 году США выводят на орбиту первый спутник связи.

В 1959 году советские аппараты достигают Луны и фотографируют её обратную сторону.

В 1960 году США запускает первый разведывательный спутник и метеоспутник с телекамерой.

В 1961 году СССР отправляет межпланетную станцию к Венере.

Выводя спутники в космос и совершенствуя ракетные технологии, обе страны спешно готовятся к запуску человека на орбиту.

Темп международной гонки был настолько высок, что первый отряд советских космонавтов подготовили к полёту всего *за год*.

Королёв торопился – по агентурным данным, Америка весной

1961 года готовит пилотируемый полёт.

Русские успели первыми: **12 апреля 1961 года**СССР запускает в космос ПЕРВОГО в истории человечества космонавта – Юрия Гагарина. Максимальная высота орбиты первого пилотируемого корабля – 328 км, минимальная – 178 км.

Это был ещё один грандиозный успех советской космической программы, который произвел на весь мир огромное впечатление. До сих пор в США и в десятках других стран 12 апреля широко празднуется «Yuri's Night» – «Ночь Юрия».

Спустя три недели США тоже запускает в космос человека – **5 мая 1961**года американец Алан Шепард на ракете «Редстоун», разработанной группой фон Брауна, совершает суборбитальный полёт – то есть полёт без совершения полного витка вокруг Земли. Максимальная высота полёта – 187 км.

В августе этого же года второй советский космонавт, Герман Титов, совершает *суточный*полёт вокруг Земли.

20 февраля 1962 года американец Джон Гленн на ракете «Атлас», разработанной фирмой «Локхид-Мартин», совершает первый в истории США полноценный *орбитальный*полёт.

Американцы понимают, что они значительно отстают от русских, – и это служит сильнейшим стимулом для дальнейшего развития американской космонавтики. Фон Браун не забывает своей мечты о Луне. Америка хочет взять реванш в соревновании с советской космонавтикой, поэтому президент Джон Кеннеди объявляет приоритетной программу «Аполлон» с задачей послать космонавтов на Луну. Такой сложнейшей задачи ещё никто в мире решить не мог.

* * *

Президент Кеннеди встречается с фон Брауном, обсуждает с ним планы достижения Луны. Для программы «Аполлон» группой фон Брауна была в короткий срок создана самая мощная ракета двадцатого века – «Сатурн-5», весящая три тысячи тонн и выводящая на околоземную орбиту космический корабль весом в сто сорок тонн. С помощью этой ракеты корабль «Аполлон-11» с тремя американскими астронавтами достиг Луны, и двое исследователей – Нил Армстронг и Эдвин Олдрин – **21 июля 1969 года**ступили на её поверхность.

Весь мир, затаив дыхание, смотрел прямую телетрансляцию с Луны, как человек, впервые в истории, шагает по поверхности нашего спутника.

– Это так удивительно, – сказала Галатея, глядя на луну,

висящую над садом. – Словно кто-то прошёл по радуге или облаку.

Дзинтара кивнула:

– Это был мощный рывок американской космонавтики. В пилотируемой лунной программе советские инженеры отстали. Среди них уже не было Королёва, который умер в 1966 году. Всего в двадцатом веке на Луне побывало *шесть* американских экспедиций, и на поверхность естественного спутника Земли высадились *двенадцать астронавтов* США. Заключительная экспедиция состоялась в декабре 1972 года. Только из последнего путешествия астронавты привезли на Землю сто десять килограммов лунного грунта. Фон Браун исполнил свою мечту – его ракеты побывали на Луне. К сожалению, добившись престижного успеха, правительство США решило свернуть дорогостоящую лунную программу и велело НАСА заняться созданием многоразовых космических кораблей, которые захотели иметь военные.

Возмущённый фон Браун ушёл в отставку.

* * *

Советский Союз, потерпев неудачу с испытанием тяжёлой ракеты для лунной программы, ответил на американскую пилотируемую программу «Аполлон» посылкой на Луну серии автоматических станций и управляемых роботов. Первый раз СССР осуществил возврат лунного грунта на Землю с помощью автоматического аппарата в 1970 году. Самоходные телеуправляемые «Луноходы» были доставлены на Луну в 1970 и 1973 годах и проявили себя превосходно. В эти же годы СССР сосредоточился на создании орбитальной станции, накапливая бесценный опыт длительного пребывания человека в космическом пространстве. Десятилетия спустя создание орбитальных станций стало главным направлением в пилотируемой космонавтике, в то время как многоразовые космические корабли, разработанные в США, оказались слишком дорогими и ненадёжными.

Советские проекты отправки автоматов на Луну не получили в двадцатом веке дальнейшего развития и были остановлены вместе с американской лунной программой – а жаль, потому что они были очень перспективными. Вскоре в исследовании планет наступила эра *роботов-разведчиков*.

– Так кто же победил в космической гонке? – полюбопытствовала Галатея.

Дзинтара ответила:

– Все участники этой гонки победили, потому что приобрели бесценный опыт в ракетостроении. Позже космическую гонку сменило космическое сотрудничество – например, несколько стран сообща построили крупнейшую орбитальную станцию.

– Молодцы! – одобрила космическую интернациональную дружбу Галатея.

Дзинтара задумчиво сказала:

– Космическая эра началась с несбыточной мечты мыслителей-одиночек, но обрела реальность через военные заказы. Потом случилось неожиданное – боевые атомные ракеты, ради которых правительства давали деньги космическим мечтателям, оказались людям неинтересны. Зато людей поразили и восхитили первый искусственный спутник и первый космонавт; первые люди, высадившиеся на Луну, а также космические пейзажи, которые транслируют на Землю орбитальные телескопы и роботы, высадившиеся на Луну и Марс, на Венеру и Титан.

Военные хитрецы думали, что это они эксплуатируют

космических мечтателей, заставляя их работать над новым оружием. На самом деле мечта победила войну, сделала генералов с их агрессивными намерениями средством для мирной исторической цели: изучения и освоения космоса. Неиспользованные боевые ракеты сотнями списывались и резались на куски, а пилотируемые космические полёты и научные межпланетные станции неизменно оказывались в центре внимания всех людей, потому что *все люди любят смотреть на звёзды.*

Космические мечтатели не сомневаются: будущее человечества – на дороге к звёздам. А мы-то с вами знаем, что мечтатели всегда правы…

Примечания для любопытных

Жюль Верн(1828–1905) – французский писатель-фантаст, популяризатор науки. Миллионы людей увлеклись наукой и космосом именно после чтения его романов.

Константин Эдуардович Циолковский(1857–1935) – российский мыслитель и популяризатор науки. Пропагандировал идею полётов в космос с помощью реактивных ракет. Выдвинул концепцию многоступенчатой ракеты. Опубликовал в 1903 году классическую книгу «Исследование мировых пространств реактивными приборами».

Робер Эсно-Пельтри(1881–1957) – французский пионер космонавтики, автор работы «Исследование верхних слоев атмосферы при помощи ракеты и возможность межпланетных сообщений» (1928), разработчик реактивного двигателя с тягой в 126 килограммов (1937).

Роберт Годдард(1882–1945) – американский пионер ракетостроения. В 1914 году запатентовал многоступенчатую ракету и ракету на жидком топливе. В 1919 году опубликовал классическую монографию о ракетах, способных взлетать на большие высоты: «Метод достижения экстремальных высот». Запустил первую ракету на жидком топливе в 1926 году. Вместе со своей группой до 1941 года запустил 34 ракеты. Максимальная достигнутая высота – 2,7 км.

Фридрих Артурович Цандер(1887–1933) – российский и советский изобретатель и разработчик ракет. Мечтал о полёте на Марс.

Михаил Клавдиевич Тихонравов(1900–1974) – советский конструктор космической техники, разработавший первую ракету 1933 года.

Сергей Павлович Королёв(1907–1966) – выдающийся конструктор ракет, возглавлявший в 1946–1966 годах космическую программу СССР. Руководил первым удачным запуском ракеты (1933), запуском первого спутника Земли (1957) и первого космонавта (1961). Создатель самой надёжной в мире ракеты-носителя.

Вернер фон Браун(1912–1977) – выдающийся конструктор ракет; в 1937–1945 годах возглавлял немецкую ракетную программу, а с 1945 по 1972 год – участник и лидер американской ракетно-космической программы. Ученик Германа Оберта (1894–1989), который в 1929 году демонстрировал своим студентам работающий жидкостный двигатель. Запуск первых ракет – 1932–1933 годы. Создатель первых суборбитальных ракет «Фау-2» (1942), достигших в 1944 году высоты 188 км, и мощной ракеты-носителя «Сатурн-5», доставившей человека на Луну.

Юрий Алексеевич Гагарин(1934–1968) – лётчик-космонавт СССР, первый человек, совершивший полёт в космическое пространство 12 апреля 1961 года на корабле «Восток-1». Этот день объявлен в России Днём космонавтики и широко празднуется во всём мире.

Герман Титов(1935–2000) – второй человек, совершивший орбитальный полёт в космос. Продолжительность полёта составила 25 часов (17 оборотов вокруг Земли). Космический полёт Титов совершил в возрасте 25 лет, надолго став самым молодым космонавтом в истории.

Алан Шепард(1923–1998) – американский астронавт, первым в США совершивший суборбитальный полёт. Контрадмирал военно-морских сил.

Джон Гленн(род. 1921) – первый американский астронавт, совершивший орбитальный космический полёт.

Радиационный пояс– скопление заряженных частиц солнечного ветра (протонов и электронов) вокруг планеты с магнитным полем. Мощные радиационные пояса есть у Земли и у всех планет-гигантов.

Первая космическая скорость– скорость, необходимая для вывода на орбиту искусственного спутника. Для Земли она равна 7,9 км/сек. *Вторая космическая скорость*(или скорость убегания) – скорость вылета аппарата в межпланетное пространство (на орбиту вокруг Солнца). Для Земли эта скорость составляет 11,2 км/сек. *Третья космическая скорость*– скорость, необходимая для выхода в межзвёздное пространство. Минимальное значение третьей космической скорости для Земли – 16,6 км/сек.

Сказка о небесных механиках, заставивших планеты играть в футбол

– Среди тысяч светил на нашем небе есть семь особенно интересных – это планеты. Звёзды – безжизненные раскалённые сгустки плазмы, зато вокруг них часто вращаются гораздо более комфортабельные шарики, на которых жизнь возможна. Планеты Солнечной системы наиболее привлекательны для изучения – ведь, по крайней мере, на одной из них жизнь существует!

– Подтверждаю этот факт! – важно заявила Галатея.

– Как только астрономы доказали, что семь маленьких дисков, движущихся по небу, являются настоящими планетами – как и наша Земля, – то сразу возникли жгуче-интересные вопросы: «Есть ли жизнь на Марсе? Растут ли джунгли на Венере? Похожи ли многочисленные спутники Юпитера и Сатурна на нашу сухую и безжизненную Луну или там кто-нибудь живёт?»

– Да-да, мама! – воскликнула Галатея. – Эти вопросы интересны не только астрономам, но и тем людям, кто ещё не успел стать астрономом!

– Земные телескопы мало помогали в изучении планет: даже на Марсе, который лучше всего виден с Земли, в телескоп различались лишь полярные шапки, а насчет остальных деталей – существования марсианских каналов или сезонных изменений цвета марсианской растительности – велись ожесточённые споры.

Дзинтара покачала головой:

– Мы, биологи, привыкли изучать живых существ, размещая их в поле зрения своих микроскопов. В этом смысле космобиологам не позавидуешь – они долгое время пытались изучать свои объекты издали, с помощью телескопов. Запуски космических аппаратов открыли возможность для прямого исследования поверхности планет-соседей, о чём астрономы мечтали уже давно. Какая планета интереснее всего для исследований? Солнечная система содержит четвёрку *внутренних* небольших и твёрдых планет: **Меркурий, Венера, Земля и Марс**, и четвёрку *внешних* газовых планет-гигантов: **Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун**.

– В нашей системе есть ещё астероиды и кометы! – педантично уточнил Андрей.

Дзинтара кивнула.

– А что такое газовые планеты? – спросила Галатея, хитро

прищурившись. – Они надуты газом, как воздушные шары?

– Нет, но эти планеты почти полностью состоят из водорода. Когда-то его собралось так много, что он поймал себя в ловушку собственной гравитации и не смог улететь в космос из-за своего поля тяжести. Так и образовались планеты, которые представляют собой вращающиеся шары из газа. Камни, падающие на такие планеты, проваливаются сквозь их мощную водородную атмосферу, потом попадают в океан из жидкого водорода и тонут в нём – и в конце концов собираются в небольшое каменное ядро, которое есть в центре каждой газовой планеты.

– Ага, значит, там всё-таки есть твёрдая поверхность! – воскликнула Галатея.

– В центре этих газовых планет так жарко, что всё твёрдое, что туда попадает, быстро плавится. Но мы пока мало знаем о строении этих планет. В двадцатом веке русские и американцы запустили полсотни межпланетных научных аппаратов, и почти все они нацеливались на ближайшие к Земле планеты – на Венеру и Марс, потому что внешние планеты-гиганты были слишком труднодоступны.

Земля сидит в середине *гравитационной ямы*, из которой так трудно выбираются спутники и космонавты. Солнце тоже окружено гравитационной ямой, ещё более глубокой и обширной. Чем дальше от Земли располагается внешняя планета, тем выше по склону гравитационной солнечной ямы приходится забираться аппарату-исследователю.

Поэтому даже Юпитер, который в пять раз дальше от Солнца, чем Земля, труднодостижим, что уж тут говорить о Нептуне, летающем на орбите в тридцать раз больше земной!

Но исследование внешних планет сулило самые невероятные открытия: ведь каждая из планет-гигантов обладала целой системой спутников, а широкие и плоские кольца Сатурна сотни лет интриговали астрономов, являясь одним из самых загадочных объектов нашей планетной системы.

Отправка робота-исследователя на самые окраины Солнечной системы требовала мощной ракеты-носителя. Такие ракеты уже существовали, но любопытным планетологам они были не по карману.

Общество берёт у науки полными горстями, а отдает скупой щепотью.

Понимая, что много денег им не дадут, астрономы пошли на хитрость. Они решили, что договориться с древними богами легче, чем с современными бюрократами.

Учёные решили заставить могущественных античных богов, небесных гигантов – Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун – сыграть с

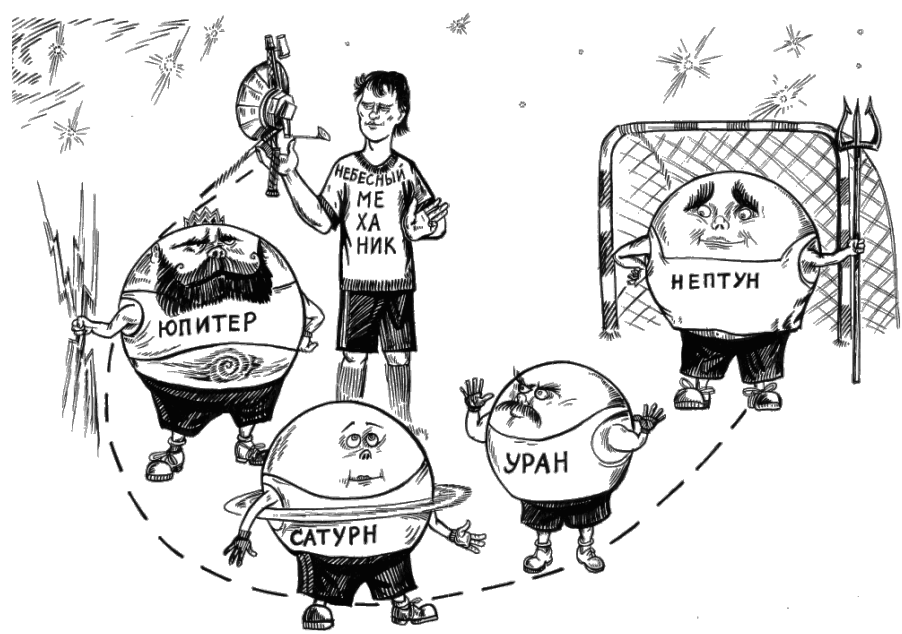
ними в футбол. В качестве «мяча» должен был выступить космический аппарат весом в восемьсот килограммов. Вбросить «мяч» на космическое футбольное поле учёные предполагали с помощью недорогой ракеты среднего класса.

В 1977 году планеты располагались очень благоприятно – не с точки зрения мутной астрологии, а с точки зрения точной астродинамики. Поэтому учёные смогли рассчитать такую траекторию полета «мяча», чтобы Юпитер-громовержец послушно пнул подлетающий к нему космический аппарат весом почти в тонну и направил его к Сатурну, покровителю земледелия. Сатурн должен был отфутболить «мяч» к Урану, властителю неба, а тот – отпасовать его к Нептуну, богу моря.

– А зачем? – полюбопытствовала Галатея.

– Каждая встреча аппарата-«мяча» с очередной планетой-гигантом не только добавляла скорости космическому роботу, но и изменяла направление его полёта в нужную сторону. Практически не затрачивая горючего, робот мог посетить четыре планеты подряд. Футбольная игра космических гигантов должна была сократить время полёта аппарата до Нептуна с тридцати лет до двенадцати!

Конечно, точно рассчитать такую сложную траекторию аппарата с помощью небесно-механических уравнений Ньютона было исключительно трудно.



– Сам Ньютон не справился бы с этой задачей! – воскликнул Андрей.

Дзинтара утвердительно наклонила голову:

– Решить её можно было только с помощью современных компьютеров. Любая ошибка могла привести к тому, что аппарат отклонился бы от оптимального маршрута, и запасов топлива у его маневровых двигателей было бы недостаточно для исправления траектории.

На основе идеи «космического футбола» небесные механики разработали проект посылки двух одинаковых космических роботов. Один из них должен был исследовать Юпитер, Сатурн и Плутон, другой – сразу четыре планеты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Проект оценивался в семьсот пятьдесят миллионов долларов. Учёные очень надеялись, что на такой сравнительно недорогой космический проект им дадут денег.

Денег учёным, действительно, дали, но… в три раза меньше, чем они просили!

– Здравствуйте, приехали! – удивилась Галатея. – Это что, денег дали только на полдороги?

Дзинтара невозмутимо согласилась:

– Верно, урезанный проект ограничивался лишь двумя самыми близкими планетами-гигантами: каждый из аппаратов должен был исследовать только Юпитер и Сатурн.

Учёные очень расстроились: ведь у Юпитера и Сатурна уже побывали межпланетные аппараты «Пионер». Они были лёгкими, и у них было мало научного оборудования, но учёные уже получили несколько хороших снимков этих планет. А вот мимо Урана и Нептуна ещё ни один робот не пролетал, поэтому исключение этих планет из проекта очень опечалило астрономов.

И тогда учёные пошли на очередную хитрость – фактически устроили межпланетный заговор!

– Какие они находчивые! – обрадовалась Галатея. – Сразу видно – учёные!

– Учёные и инженеры стали готовить аппараты, которые назвали «Вояджер» (что значит «Путешественник»), к разрешенному полёту до Юпитера и Сатурна. Это означало, что аппараты должны гарантированно работать в течение четырёх лет с момента старта. Хитрость заключалась в том, что аппараты готовились из таких деталей и устройств, которые могли прослужить дольше, чем четыре года, хотя и без гарантии. И запуск роботов был запланирован на время, которое было оптимальным для полёта ко всем четырём планетам.

« **Вояджер-2**» был запущен 20 августа 1977 года, « **Вояджер-1**» – 5 сентября того же года. Аппарат, стартовавший позже, получил первый номер, потому что он раньше брата-

близнеца добрался до Юпитера – 5 марта 1979 года.

«Вояджер-2» долетел до самой массивной планеты Солнечной системы только 9 июля. «Вояджер-1» первым побывал и у Сатурна – 12 ноября 1980 года, после чего сильно отклонился от эклиптики (плоскости, где вращаются планеты) и устремился в межзвёздное пространство. Второй аппарат долетел до окольцованной планеты лишь в августе 1981 года.

Возле Юпитера и Сатурна планетологов ожидали бесчисленные сюрпризы. Они увидели поразительные по красоте и разнообразию картины, которые разрешили множество старых загадок, но задали ещё больше новых проблем, над которыми стали ломать голову сотни учёных.

* * *

Самая крупная планета Солнечной системы – оранжевый Юпитер обладает буйной атмосферой, в которой бушуют могучие ураганы. Пятна самых крупных и долгоживущих юпитерианских ураганов можно рассмотреть даже с Земли. Под толстой водородно-аммиачно-метановой атмосферой Юпитера кипит океан из жидкого водорода. Вокруг планеты-гиганта кружится прозрачное кольцо из каменной пыли и вращаются десятки крупных и мелких спутников, включая четыре огромных спутника, открытых ещё Галилеем. Они называются Ио, Европа, Ганимед и Каллисто, и их можно увидеть даже в самый маленький телескоп. Ио оказалась богата мощными серными вулканами и украшена чёрными озёрами расплавленной серы. А Европа покрыта потрескавшимся льдом, под которым спит океан обычной воды. Учёных очень волнует вопрос – есть ли там подводная жизнь?

Широкие кольца желтоватого Сатурна оказались расслоенными на тысячи более узких колечек. Некоторые из узких колечек имеют форму круга, другие – эллипса, а края третьих похожи на зазубренную пилу. У его спутника Энцелада ледяная кора на поверхности водяного океана так тонка, что из-под неё бьют фонтаны воды и пара. Титан, самый крупный спутник Сатурна, оказался вообще уникальным: с более плотной, чем у Земли, оранжеватой атмосферой, в которой плавают метановые облака. Часть поверхности Титана покрыта холодным морем из углеводородов.

– Я видел фотографию песчаных дюн на Титане – значит, там дует сильный ветер! – сказал Андрей.

Дзинтара пояснила:

– Да, только дюны там не из кремниевого песка, как на Земле, а из мириадов крошечных льдинок. Интересно, что Титан – это единственное, кроме Земли, тело в Солнечной системе, где *человек может находиться без скафандра*!

– Но там же очень холодно и нечем дышать! – удивился Андрей.

– Конечно, на Титане теплый комбинезон с электроподогревом совершенно необходим, как и кислородная маска. Но герметичный скафандр не нужен – давление в две атмосферы человек переносит легко.

* * *

Итак, летом 1981 года космические аппараты-близнецы выполнили поставленную перед ними задачу. И тут хитрые учёные обратились в правительство с идеей: «Вояджер-2» находится в хорошем техническом состоянии и способен продолжать полёт дальше. Он как раз движется в нужном направлении…

– Ха-ха-ха! – рассмеялась Галатея. – Мы-то знаем – почему!

– …и небольшой корректировки достаточно, чтобы он продолжил лететь к Урану – и далее к Нептуну. Конечно, риск отказа каких-либо систем «Вояджера» заметно больше, чем обычно, но для продолжения полёта необходимо не так уж много средств, и такой риск оправдан…

Хитрость удалась: учёные получили деньги на расширение проекта и продолжили работу с «Вояджером-2», который устремился к Урану. Встреча с ещё ни разу не исследованной вблизи планетой, открытой музыкантом Гершелем, была запланирована в начале 1986 года.

– А зачем учёным понадобились деньги, если аппарат уже был запущен? – поинтересовалась Галатея.

– С летящим аппаратом нужно всё время связываться с помощью крупных радиопередатчиков; надо получать и сохранять на компьютерах космическую информацию, обрабатывать её, а также усовершенствовать программы, которые работают в электронном мозгу межпланетной станции. Над этими задачами работает большая группа учёных, и вы сейчас узнаете, сколько хлопот доставляет уже запущенный аппарат.

На долю «Вояджера-2» и его земной команды выпало немало испытаний.

Космический робот – это не просто летающий автоматический фотоаппарат, у него есть своеобразный

интеллект и разные соображения на многие случаи жизни. Из-за самостоятельности космического робота и его реакции на человеческую забывчивость произошла первая неприятность с «Вояджером-2».

Она случилась, когда аппарат находился ещё в поясе астероидов. Оператор, отвечающий за радиоконтакт с аппаратом, как-то не вышел на связь с «Вояджером-2»…

– Он заснул, что ли, этот оператор?! – возмутился Андрей.

– …совершив серьёзную ошибку: бортовой компьютер аппарата, не получив сигналов с Земли, решил, что основной приёмник сломался, и переключился на запасной. Попытки заставить робота снова пользоваться главным приёмником не увенчались успехом.

Беда была в том, что запасной приёмник оказался не вполне исправен: в нём сгорел один из конденсаторов, из-за чего диапазон радиоволн, в которых была возможна связь с аппаратом, сузился в тысячу раз и стал «плавать» – меняться, – например, от температуры и скорости межпланетной станции. Для устойчивой связи пришлось точнейшим образом рассчитывать все факторы, смещающие частоту связи.

Потом на «Вояджере-2» заклинило силовой привод, поворачивающий платформу с приборами. Учёным пришлось разрабатывать методы наблюдения с помощью разворота всего аппарата.

Вследствие долгого полёта мощность бортовой ядерной электростанции «Вояджера-2», работающей на оксиде плутония, упала – и количество одновременно включенных научных приборов пришлось строго дозировать.

– Ух, как, наверное, спорили учёные – чьи приборы надо выключать из-за недостатка энергии! – отметил Андрей.

– Чем ближе подлетал «Вояджер-2» к Урану, тем напряжённее становилась атмосфера в центре управления полетом и среди учёных, обрабатывающих данные межпланетной станции. И тут случилось непредвиденное. За шесть дней до долгожданного пролёта возле Урана изображения, получаемые с борта «Вояджера», исказились сильными помехами! Учёные схватились за голову: что могло случиться в самый неподходящий момент?!

Тесты, проведённые на компьютере «Вояджера», летящего на таком гигантском расстоянии, что радиоволна от аппарата до Земли идёт почти два с половиной часа, показали: в памяти компьютера «Вояджера» из-за удара космической частицы появился неправильно работающий участок. Весь проект оказался под угрозой, и учёные стали думать – как можно его спасти.

– Что же можно предпринять, если компьютер испортился?

Ведь его невозможно починить на расстоянии! – расстроилась Галатея.

– Учёные и инженеры трудились днём и ночью и всего за двое суток сумели починить компьютер «Вояджера», не прикасаясь к нему: они нашли ошибочный элемент памяти и написали программу, обходящую его.

– Вот молодцы! – воскликнула девочка.

– Учёные не только справились с неполадками робота, но и оптимизировали его компьютерные и исследовательские программы. Работоспособность аппарата, летящего за многие сотни миллионов километров от Земли, фактически улучшилась за время полёта.

Когда «Вояджер-2» вплотную приблизился к Урану, никем ещё вблизи не исследованному, то волнение учёных достигло предела.

Голубой Уран давно был загадкой для астрономов. Во-первых, в отличие от других планет, Уран лежит на боку, и кольца со спутниками вращаются вокруг него, как колесо обозрения. Во-вторых, за несколько лет до визита «Вояджера-2» Уран вызвал настоящий переполох среди научного мира.

10 марта 1977 года Уран, медленно ползущий по небу, должен был загородить собой маленькую звездочку в созвездии Весов. Астрономы решили это событие наблюдать не с Земли и не из космоса.

– А откуда же ещё можно наблюдать? – удивился Андрей.

– Из атмосферы. У американских астрономов была летающая обсерватория: огромный самолёт, оборудованный телескопом с почти метровым зеркалом. Учёные поднялись на этом самолёте на максимально возможную высоту – где воздуха было уже мало, и он почти не мешал наблюдениям, – и приготовились увидеть затмение звезды Ураном. Они надеялись получить какую-нибудь информацию об атмосфере этой далёкой планеты. Но неожиданно приборы зафиксировали несколько коротких затмений звезды ещё до захода её за планету, а потом такое же количество миганий – после выхода звёздочки из-за Урана.

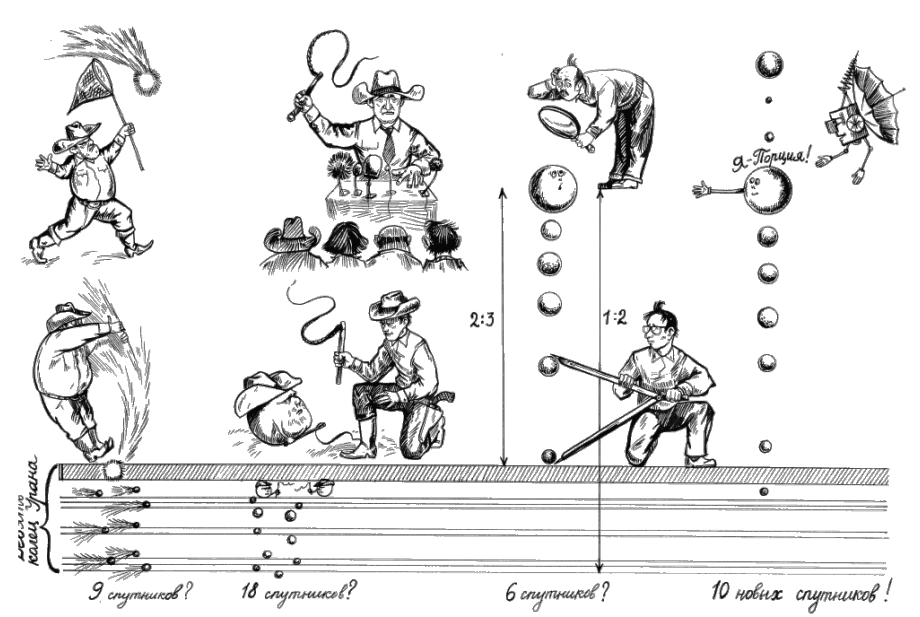
Удивлённые учёные сделали неизбежный вывод, что Уран окружён девятью кольцами – тонкими, как струны, и очень непохожими на широкие кольца Сатурна. Теоретики стали ломать головы: как возникли такие узенькие колечки и что удерживает их от расплывания?

Одни астрономы придерживались гипотезы «дымного следа»: в кольцах сидят небольшие спутники, которые «дымят» и оставляют за собой узкую полосу.

– Как след в небе после самолёта? – спросил Андрей.

– Примерно так. Согласно этой гипотезе, внутри колец Урана должно было существовать девять (!) неоткрытых спутников.

Два американских теоретика выдвинули гипотезу, по которой каждое узкое кольцо было зажато между парой спутников-«пастухов», которые «пасут» частицы кольца своими гравитационным полями, как кнутами, и не дают им разбредаться. Значит, подсчитали американцы, внутри зоны колец может находится до 18-ти спутников. Эта гипотеза завоевала максимальное количество сторонников, потому что на внешнем краю колец Сатурна «Вояджеры» уже нашли узкое колечко, очень похожее на урановское и окружённое двумя спутниками-«пастухами» – Пандорой и Прометеем.



Ещё одну модель предложили два московских теоретика, предположивших, что невидимые спутники должны располагаться не внутри зоны колец, а снаружи – между кольцами и спутником Мирандой, самым близким из известных тогда пяти спутников Урана. Образование и стабильность колец должно было контролироваться такими спутниками издали, с помощью резонансов.

– Это что ещё за зверьки? – не поняла Галатея.

– Если частицы кольца вращаются вокруг планеты за десять часов, а спутник совершает оборот за двадцать часов, то учёные называют такое соотношение **резонансом 1: 2**. Пусть частица, двигаясь по эллиптической траектории вокруг планеты, встречает в верхней точке своей орбиты внешний спутник, который

притягивает к себе частицу. Если орбиты частицы и спутника находятся в резонансе 1: 2, то в каждый свой второй пролёт по верхней части орбиты частица встретится со спутником. В результате таких встреч – всегда в одном месте орбиты – влияние резонансного спутника быстро накапливается. Под воздействием резонансного спутника орбита частицы может, например, вытянуться, увеличивая свою эллиптичность.

– Раскачиваясь на качелях, ты используешь для этого резонанс 1: 1, – блеснул эрудицией Андрей. – Это когда период движений твоего тела совпадает с периодом самих качелей.

– Умный, да? – покосилась на него Галатея.

– Московские учёные открыли, что каждая пара колец Урана имеет два резонанса с внешней пустой орбитой между кольцами и Мирандой.

– Это как? – спросила Галатея, наморщив лоб.

– Если период обращения частиц одного кольца 6 часов, а другого – 8 часов, то у этих двух колец есть общая *внешняя резонансная орбита*с периодом в 12 часов, которая с одним кольцом имеет резонанс 6: 12 = 1: 2, а со вторым 8: 12 = 2: 3.

Советские теоретики в 1985 году опубликовали статью, в которой утверждали, что на этих, ещё пустых, резонансных орбитах «Вояджер-2» и должен найти новые спутники Урана. Всего московские теоретики сумели вычислить радиусы орбит шести таких невидимых спутников.

Когда «Вояджер-2» пролетел возле Урана 24 января 1986 года, то действительно открыл возле планеты *десять*ранее неизвестных спутников. Только *один*, самый маленький, спутник забрался внутрь зоны колец, отчего самое внешнее из колец Урана оказалось окруженным спутниками-«пастухами». Остальные *девять*спутников располагались именно там, где и предполагали московские теоретики, – между Мирандой и кольцами. Например, согласно расчетам, самый дальний из предсказанных спутников должен иметь орбиту в 66 450 км. «Вояджер-2» действительно открыл на орбите в 66 100 км крупный спутник диаметром в 140 километров. Его назвали Порция – в честь умной героини одной из пьес Шекспира.

За предсказание системы новых спутников Урана двое советских учёных получили Государственную премию СССР. Виталий Гинзбург, лауреат Нобелевской премии, отметил: «Это, по-видимому, второй случай в истории астрономии предсказания орбит новых небесных тел на основании теоретических расчетов (после происшедшего 140 лет назад вычисления Леверье и Адамсом орбиты неизвестной планеты, открытой затем в 1846 году Галле и названной Нептуном)».

Нептун тоже оказался планетой, полной сюрпризов. Вокруг Нептуна «Вояджером-2» были найдены «арки», нанизанные на прозрачное кольцо, как связка сосисок. Управляет расположением и устойчивостью этой связки арок спутник Нептуна – Галатея. Крупнейший спутник Нептуна, Тритон, примечателен тем, что вращается вокруг планеты в обратном направлении. Тритон обладает полярной шапкой из застывшего азота, из которой весной бьют многочисленные гейзеры жидкого азота.

– Словно фонтаны из земли? – спросила Галатея.

– Да, но только очень мощные – ведь высота гейзеров на Тритоне достигает восьми километров!

– Эх, хотел бы я попасть на экскурсию по Тритону!.. – мечтательно сказал Андрей.

– Пролёты «Вояджера-2» возле Урана и Нептуна оказались очень успешными. Количество информации, переданной «Вояджером-2», было фантастическим. Он послал на Землю двадцать тысяч фотографий из системы Юпитера и восемнадцать тысяч видов Сатурна, его колец и спутников. При пролёте Урана было получено шесть тысяч фотографий, из окрестностей Нептуна «Путешественник» переслал девять тысяч изображений.

«Вояджер-2» первым исследовал две самые дальние планеты нашей системы.

– Он стал Колумбом нашей планетной системы! – заявил Андрей.

– Оба «Вояджера» вместе открыли три десятка новых спутников и показали людям удивительные миры, расположенные на окраине Солнечной системы. Эти миры полны космических тайн и неземной красоты. Учёные радовались как дети, изучая результаты путешествия «Вояджера-2»!

Вскоре после «Вояджеров» возле Юпитера и Сатурна появились искусственные спутники – «Галилео» возле Юпитера и «Кассини-Гюйгенс» в системе Сатурна, но легендарный полёт «Путешественника-2» к Урану и Нептуну не был повторен очень долго. После пролёта возле Нептуна «Вояджер-2» долго сохранял свою работоспособность. Через тридцать лет после запуска он отдалился от Солнца настолько, что попал в межзвёздное пространство и ещё долгие годы передавал учёным важные данные из таинственной темноты, отстоящей от Солнца в сто раз дальше, чем Земля!

– А что же дальше? «Вояджеры» открыли все тайны в Солнечной системе, значит, больше нам нечего делать? – спросил Андрей.

– Впереди у человечества, которое сумело выйти в космос, много тайн и множество дел, включая устройство поселений на

Луне, Марсе и других планетах и спутниках Солнечной системы, а также изучение планет возле других звёзд и отправка к ним автоматических зондов.

– Автоматических зондов? – недовольно спросила Галатея. – Без людей?

– Роботы-разведчики должны найти самые симпатичные планеты возле других звёзд, а потом туда обязательно отправятся транспорты с людьми-колонистами. Любопытное человечество, вышедшее в космос, никому не остановить. Скучно жить на Земле, не мечтая о звёздах…

Примечания для любопытных

Виталий Лазаревич Гинзбург(1916–2009) – известный советский и российский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии по физике (2003).

«Галилео»– автоматический аппарат НАСА, созданный для исследования системы Юпитера. Запущен в 1989 году, вышел на орбиту вокруг Юпитера в 1995 году, где и проработал до 2003 года.

«Кассини-Гюйгенс»– автоматический аппарат НАСА и Европейского космического агентства, созданный для исследования системы Сатурна. Запущен в 1997 году, вышел на долгоживущую орбиту вокруг Сатурна в 2004 году. Спускаемый зонд «Гюйгенс» приземлился на Титан, спутник Сатурна, в 2005 году, и полтора часа передавал уникальные данные, включая изображения поверхности Титана, в месте посадки усеянной округлыми валунами.

Сказка о скромном Слайфере, который открыл разбегание Вселенной

Никки поудобнее уселась на мягком диване и сказала детям, которые делали вид, что они собираются спать (но на самом деле у них сна не было ни в одном из четырёх широко раскрытых глаз, которыми они смотрели на Никки):

– Сейчас вы услышите сказку про одного удивительного мальчика Весто, который сумел полностью изменить наше понимание Вселенной.

– Как это сделал Коперник? – высказала догадку Галатея.

– Коперник перевернул наше представление о строении Солнечной системы. Весто совершил революцию в масштабе всей Вселенной. Итак…

Жил-был мальчик Весто в фермерском штате Индиана. Скучно было жить в штате Индиана в конце девятнадцатого века. Электричество и телефон уже изобрели, но до американской сельскохозяйственной глубинки они ещё не дошли. Автомобили с их шумом, вонью и яркими фарами тоже ещё не появились, поэтому дороги и улицы тихих городков и ферм Индианы после заката солнца погружались в бархатную душистую тьму – лишь огоньки свечей и керосиновых ламп мерцали за занавесками.

И главным зрелищем ночи американских прерий становились звёзды, которыми Весто без устали любовался.

Они тысячами полыхали над бескрайними полями кукурузы и пшеницы. Млечный Путь, не различимый в небе современных городов, простирался от горизонта до горизонта – ясный и великолепный. А уж когда всходила луна, то дыхание мальчика просто замирало от восторга.

– Значит, электрическое освещение наших городов погасило много звёзд на небе! – огорчился Андрей.

– Много астрономов вышло из прерий Среднего Запада именно благодаря незамутнённому первозданному небу над ними, – отметила Никки. – Весто Мелвин Слайфер тоже решил посвятить себя звёздам и в 1901 году с отличием закончил университет Индианы сразу по двум специальностям – астрономии и математике.

Но в начале двадцатого века, как, впрочем, и во все времена, найти работу астроному было гораздо сложнее, чем получить образование.

Весто Мелвину Слайферу, или В. М., как его называли, повезло – университетский профессор, высоко ценивший успехи В. М., порекомендовал его Персивалю Лоуэллу.

Лоуэлл был легендарной и колоритной фигурой. Он был выходцем из богатой бостонской династии, известной с семнадцатого века. Бизнесмен, дипломат и востоковед, Персиваль Лоуэлл, приближаясь к сорокалетнему возрасту, резко изменил свою жизнь и решил посвятить её астрономии, которой интересовался с детства. В 1894 году он создаёт свою обсерваторию в Аризоне, на горе высотой более двух километров над уровнем моря, и становится её директором, а также активным наблюдателем Марса. Лоуэлл считал, что на Марсе существует высокоразвитая цивилизация, и сделал пятнадцать тысяч зарисовок геометрически правильных марсианских каналов, которые он якобы видел в телескоп с диаметром в двадцать четыре дюйма (больше шестидесяти сантиметров).

Другие астрономы ему не верили, из-за чего Лоуэлл очень переживал.

Симпатичного фермерского паренька Весто Слайфера он нанял временно, поддавшись на уговоры знакомого профессора…

– Временно? – спросила Галатея. – На какой срок?

Никки рассмеялась:

– В. М. удержался на этой временной работе больше пятидесяти лет! Лоуэлл поручил В. М. заниматься спектрами планет и заодно… выращивать кабачки и прочие овощи на огороде при обсерватории. Лоуэлл был часто в отъезде, поэтому слал В. М. телеграммы с научными указаниями, а также с просьбами прислать свежих кабачков экспресс-почтой.

В. М., фермерский сын, никаких проблем с выращиванием кабачков не имел, но вот незнакомое искусство спектрографии доставило ему немало мучений. Но он был очень упорным и в конце концов овладел секретами получения спектров планет. Он измерил скорости вращения Марса, Юпитера, Сатурна и Урана и доказал, что Венера вращается очень медленно, а Марс имеет в атмосфере слабые следы водяного пара…

Андрей воскликнул:

– Вот, наверное, Лоуэлл обрадовался этой новости – значит, вода в его марсианских каналах ещё не пересохла!

– В 1909 году Лоуэлл пишет В. М. письмо, в котором предлагает получить спектры светлых спиральных туманностей, видимых среди звёзд нашей Галактики. Спирали в них нашёл ещё граф Росс, но природа этих облачков оставалась до конца неясной. Некоторые учёные полагали, что облачка являются очень далёкими внегалактическими объектами, другие считали, что это

внутригалактические туманности, закрученные спиралями вокруг отдельных звёзд.

Лоуэлл поставил перед В. М. очень сложную задачу! Свет таких туманностей был слишком слаб, чтобы его можно было поймать обычным спектрографом и разложить в радугу, запечатлев её на фотопластинке. Чтобы получить обычное изображение такой туманности, требовалась тридцатичасовая выдержка фотопластинки, а спектрограф, с его несколькими призмами, отбирал столько света, что получение спектра таких слабых объектов становилось просто нереальным!

– Тридцать часов! – поразилась Галатея. – А наши фотоаппараты делают любое фото за долю секунды!

– Кэмпбелл, директор Ликской обсерватории, был специалистом в области измерения радиальных скоростей космических объектов. Кэмпбелл даже на крупном телескопе Ликской обсерватории не смог ещё измерить спектры спиральных туманностей и всюду говорил, как хорошо бы научиться определять скорости движения этих таинственных объектов. Ликская обсерватория была давним соперником Лоуэлловской обсерватории, и Вес-то Слайферу, патриоту своей обсерватории, очень хотелось утереть нос Кэмпбеллу на его собственном поле.

Невозможное часто становится возможным – но только если хорошенько подумать!

Начинать охоту нужно было, конечно, с туманности Андромеды – она самая яркая из туманностей. Но она не компактна, её свет распределён по большой площади – и накопить его непросто.

Для того чтобы поймать свет Андромеды, В. М. решил переделать спектрограф и выбросил все призмы, кроме одной, а также поставил в шесть раз более светосильную фотокамеру.

– А что такое призма? – спросила Галатея.

– У тебя есть стеклянный кубик? – спросила Никки.

– Есть! – утвердительно отозвалась Галатея.

– Его можно рассматривать как две соединённые призмы. Такой кубик тоже может раскладывать солнечный спектр в радугу. Как и алмазы в украшениях, которые тоже обточены так, что представляют собой большое количество призмочек, хорошо раскладывающих и отражающих свет. Потому-то алмазы так красиво сверкают.

– А почему стекло так не сверкает? – спросила Галатея.

– У него другие оптические свойства, поэтому оно не может преломлять свет так, как алмазные призмы.

Вернёмся к спектрографу Слайфера. После радикальной переделки количество света на пластинке значительно

увеличилось, но спектральные полоски оказались такими слаборазличимыми, что их можно было изучать только в специальный микроскоп. Зато в итоге получился спектрограф, который работал в двести раз быстрее оригинального инструмента!

17 сентября 1912 года В. М. фотографирует первый спектр туманности Андромеды. Экспозиция (выдержка) снимка занимает почти семь часов! Исследовать получившуюся пластинку Слайфер пока не мог – в обсерватории не было микроскопа.

Наблюдения за пролетающей кометой отняли весь наблюдательный октябрь, но в середине ноября Слайфер возвращается к Андромеде и снимает ещё один спектр, накапливая свет в течение двух ночей: в первую – восемь часов, во вторую – шесть. Потом вмешалась Луна, засветившая небо.

В начале декабря Слайфер снимает ещё одну фотопластинку

со спектром Андромеды, с экспозицией в тринадцать с половиной часов. Чтобы измерить смещение спектра космических элементов в Андромеде, Слайфер должен получить спектр этих же элементов и на Земле – для этого он раскаляет эти элементы в высоковольтной дуге, отчего в астрономической башне часто пахнет озоном.

В середине декабря на обсерваторию прибывает микроскоп, и Слайфер приступает к изучению полученных спектров и убеждается, что они значительно смещены в фиолетовую сторону. Если это смещение вызвано скоростью Андромеды и эффектом Доплера, то это значит, что Андромеда движется в сторону Земли с большой скоростью!

Слайфер был удивлён и одновременно взволнован – не вкралась ли какая-нибудь ошибка в измерения? Он решает провести ещё один сеанс наблюдений и приступает к ним 29 декабря. Из-за плохой погоды в первую ночь удалось поработать лишь часа четыре.

Слайфер плотно закрыл пластинку в спектрографе и продолжил наблюдения в следующую ночь, семь часов собирая свет Андромеды. Он был недоволен общим временем экспозиции и вернулся к телескопу и в новогоднюю ночь 31 декабря. Все люди собирались за праздничными столами, а Слайфер, забыв о празднике, накапливал на пластинке нежный отпечаток звёздного света…

К полуночи погода испортилась. Слайфер с досадой закрыл телескоп и вернулся на землю к людям – пить с ними шампанское и делать всё, что полагается обычным хомо сапиенс в Новый год.

– Значит, астрономы уже не совсем обычные хомо сапиенсы, они уже немного хомо галактикусы! – сказал Андрей.

– Возможно, – улыбнулась Никки и продолжила: – В январе 1913 года Слайфер начинает детально исследовать все четыре полученных спектра туманности Андромеды.

Результат потряс астронома.

– А что ожидал получить Слайфер? – спросила Галатея.

– Обычно скорость движения звёзд относительно Земли составляет около десяти километров в секунду. Такие же скорости должны иметь спиральные туманности, если они являются «украшением» вокруг звёзд. Если же туманность Андромеды – большое внегалактическое скопление звёзд, то таким космическим объектам полагалось, по общему мнению, ещё медленнее плавать в пространстве – как крупным китам в океане.

А по расшифрованным спектрам Слайфера выходило, что туманность Андромеды летит к Земле с сумасшедшей скоростью в

триста километров в секунду – или больше миллиона километров в час!

– Какую крупную космическую рыбу поймал Слайфер своей стеклянной пластинкой! – восхитился Андрей.

А Галатея забеспокоилась:

– А что случится с нашей Землей, когда Андромеда долетит до нас?

– Пока этого никто не знает, – пожала плечами Дзинтара.

– И как же по спектрам можно определить скорость галактики? – поинтересовался Андрей.

– Эффект Доплера устанавливает прямую связь между скоростью движения тела к нам или от нас и величиной смещения его спектра. Поэтому смещение спектра Андромеды в фиолетовую сторону означало, что она очень быстро движется к нам. Если же такая скорость реальна, то туманность Андромеды не могла принадлежать к нашей Галактике, потому что гравитационное поле нашего Млечного Пути не способно удержать в своих пределах такие быстрые объекты.

Но если туманность Андромеды – внегалактический объект, то такая его стремительность переворачивала все традиционные представления о космосе! Слайфер, понимая, что ошибка тут недопустима, отправляет копию полученных спектров в Ликскую обсерваторию, астроному Фэссу, который тоже занимался изучением космических спектров.

Когда Фэсс получил данные Слайфера с просьбой о независимом измерении, то он испытал горчайшее разочарование – ведь ещё в 1908 году он снял на крупнейшем, 36-дюймовом, Ликском телескопе спектр Андромеды и обнаружил в нём сильное синее смещение линий! Но Фэсс даже не допускал, что Андромеда может иметь такую скорость движения, и без колебаний отнёс этот результат к неисправности спектрографа. И вот он смотрит на аналогичный, но гораздо более убедительный результат, полученный Слайфером на меньшем телескопе, – и понимает, что упустил свой звёздный шанс!

Приходит февраль, и приходит уверенность Слайфера в полученных результатах. Он публикует в бюллетене Лоуэлловской обсерватории краткую заметку на девять абзацев.

Новость о мчащейся к Земле туманности Андромеды производит в астрономическом обществе впечатление разорвавшейся гранаты!

Сразу находятся скептики – вроде директора Ликской обсерватории Кэмпбелла, который считает, что ошибка наблюдений Слайфера должна быть очень велика. Но вскоре Кэмпбелл был посрамлён в своём скептицизме данными

собственных сотрудников: скорость движения Андромеды подтвердилась и наблюдениями на Ликской обсерватории.

Слайфер раскопал «золотую жилу» и не думает останавливаться: он берётся за получение спектров других туманностей. Но эта задача ещё труднее, потому что эти спиральные облачка слабее туманности Андромеды.

Слайферу всё-таки удаётся измерить спектр туманности Сомбреро. Весто находит, что она движется со скоростью тысяча километров в секунду – в три раза быстрее Андромеды и в противоположном направлении – от Земли!

К лету 1914 года Слайфер измерил спектры пятнадцати туманностей. Это был научный подвиг. Каждая пластинка требовала суммарной экспозиции 12–14 часов, что означало наблюдение в течение нескольких ночей. Современные телескопы имеют точные электрические моторы, которые медленно поворачивают телескоп вслед за наблюдаемым объектом, компенсируя вращение Земли, ведь если не менять положение телескопа, то выбранная звезда или туманность быстро покинет поле зрения инструмента.

Телескоп Лоуэлловской обсерватории не имел современной системы постоянного слежения за движущимся звёздным небом. Слайфер не мог отойти от телескопа и спектрографа, постоянно следя за направлением инструмента.

– Как вы смогли так долго стоять у телескопа? – поражённо спрашивали Слайфера другие астрономы. Он сухо отвечал:

– Я прислонялся к нему.

Галатея восхищённо сказала:

– Он настоящий герой!

– Наблюдения пятнадцати туманностей были ещё более впечатляющи, чем первые наблюдения за Андромедой и Сомбреро. Слайфер не любил публичности и конференций, но в августе 1914 года он выступил на собрании Американского астрономического общества с докладом о своих исследованиях скоростей туманностей. Результат всех потряс: только три туманности, включая Андромеду, приближались к Млечному Пути; остальные двенадцать туманностей двигались от Земли – РАЗБЕГАЛИСЬ в разные стороны.

После окончания доклада весь зал встал и устроил Слайферу овацию. Вместе с другими астрономами ему аплодировал и Эдвин Хаббл – молодой студент, которого только что приняли в ряды Астрономического общества.

Знаменитый Герцшпрунг и другие астрономы, включая Кэмпбелла, поздравляли Слайфера с важным открытием и привыкали к новому видению мира. Стало понятно, что туманности – это такие же галактики, как и наш Млечный Путь. Но оставалось непонятным, что заставляло их разбегаться в разные стороны?

В апреле 1917 года Слайфер выступил на конференции в Филадельфии. К тому времени он измерил скорости 25 галактик, и только 4 из них двигались к Солнцу – остальные разбегались. Слайфер сказал, что это выглядит так, словно галактики отчего-то рассеиваются в пространстве.

В это время в Европе происходили важные события: в 1915 году Эйнштейн записал свои уравнения гравитации. В ноябре 1917 года голландский астроном де Ситтер показал, что при некоторых условиях уравнения Эйнштейна имеют решение, согласно которому Вселенная *нестационарна*, и галактики в ней могут разбегаться в разные стороны, как искры фейерверка. Де Ситтер первый употребил термин « **разбегающаяся Вселенная**».

Астроном Артур Эддингтон в своей книге 1923 года обсуждает теорию де Ситтера и подтверждающие её наблюдения Слайфера. К тому времени тот измерил уже скорости 41 галактики, и только 5 из них двигались к Солнцу. Эддингтон связывает теорию де Ситтера и наблюдения Слайфера и делает замечание, что скорость движения галактик должна возрастать с увеличением расстояния до них. Леметр, ученик Эддингтона, в 1927 году предложил уравнение, связывающее скорость разбегания галактик с расстоянием до них. Но определить реальные расстояния до других галактик из наблюдений было очень трудно.

И здесь астрономии помогла группа талантливых женщин из

Гарварда. Эдуард Пикеринг, директор Гарвардской обсерватории, пошел против обычаев девятнадцатого века и создал для обработки многочисленных фотографий звёзд группу из женщин-астрономов.

– Молодец Пикеринг! – одобрила Галатея.

Никки согласилась:

– С одной стороны, Пикеринг был молодец, потому что открыл женщинам дорогу в современную астрономию, с другой стороны – он оказался экономным директором, потому что в конце девятнадцатого века зарплата женщин была в два раза меньше зарплаты мужчин, делавших ту же работу.

– Вот это безобразие! – немедленно возмутилась девочка.

– Гарвардские дамы-астрономы разработали современную спектральную классификацию звёзд O, B, A, F, G, K, M.

– Как-как? – переспросила Галатея.

– Эта последовательность букв запоминается английской фразой «Oh be a fine girl, kiss me!» – «О, будь хорошей девочкой, поцелуй меня!». Русская фраза для запоминания не так интересна: «Один Бритый Англичанин Финики Жевал Как Морковь». Одна из гарвардских дам-астрономов, Генриетта Ливитт, совершила фундаментальное открытие, которое позволило определить расстояния до других галактик.

В конце восемнадцатого века Джон Гудрайк, двадцатилетний любитель астрономии, ставший из-за детской скарлатины глухонемым, открыл переменность звезды дельта Цефея, яркость которой колебалась с периодом в несколько дней.

– А почему эта звезда меняет свою яркость? – поинтересовалась Галатея.

– Причиной пульсаций таких ярких переменных звёзд – цефеид – является накопление световой энергии под поверхностью звезды. Накопленный свет раздувает звезду и прорывается наружу – мы видим яркую вспышку. Потом внешние слои звезды остывают, сжимаются, становятся более непрозрачными, снова начинают перехватывать свет, идущий из центра светила, – и яркость звезды падает.

– Ага, – сказал Андрей. – Примерно так ведёт себя крышка кипящей кастрюли. Когда пара в кастрюле много, крышка подпрыгивает и выпускает пар, а потом снова возвращается на место.

– Очень похоже! – согласилась Никки. – До открытия антибиотиков люди часто болели. В детстве Генриетта Ливитт, как и Гудрайк, тоже потеряла слух из-за болезни, но биение звёзд и музыку космических сфер они оба слышали превосходно.

Генриетта Ливитт на фотопластинках, сделанных в Перу, в

Южной Америке, обнаружила две с половиной тысячи цефеид и заметила, что средняя яркость цефеид Малого Магелланова Облака растет с периодом их пульсаций. Значит, измеряя периодичность цефеид, можно найти их истинную яркость! Учитывая, что наблюдаемый блеск звёзд падает с расстоянием, легко было найти дистанцию, с которой светит нам цефеида.

Так и был найден замечательный способ измерять межгалактические расстояния. Цефеиды стали для астрономов настоящими *межгалактическими маяками*!

Слайфер, Гудрайк, Ливитт – эти упорные и умные люди умели расспрашивать звёзды и слышать их тихие ответы.

Конечно, очень непросто обнаружить и исследовать цефеиды, расположенные в других галактиках. Лишь в 1929 году Эдвин Хаббл на 100-дюймовом телескопе Маунт-Вилсона сумел найти нужное количество внегалактических цефеид и измерить расстояние до ближайших галактик. Он сравнил скорости разбегания галактик, найденные Слайфером и другими исследователями, с расстояниями до цефеид в этих галактиках и доказал, что между ними существует линейная зависимость: *чем дальше от нас располагается галактика, тем быстрее она от нас убегает*. Сейчас эта зависимость известна как закон Хаббла.

– Как это понять? Галактика знает, как далеко она от нас находится, – и старается бежать побыстрее? – поинтересовался недоверчиво Андрей.

– Возьми воздушный шарик, надуй его немного и нарисуй на нём побольше пятнышек. Одно из них выбери в качестве нашей Галактики. А теперь начни надувать шарик с постоянной скоростью. Присмотрись к любому пятнышку – и легко увидишь, что, чем дальше оно от выбранной тобой Галактики, тем быстрее растёт расстояние между ними – то есть *больше скорость расширения*.

– Завтра я попробую… – недоверчиво сказал Андрей.

Никки кивнула:

– И правильно сделаешь. История склонна к упрощению – во многих популярных книгах и даже в учебниках астрономии можно прочитать о том, что разбегание галактик открыто Хабблом. Это неверное утверждение. Фундаментальный факт разбегания галактик открыт и исследован Весто Мелвином Слайфером – скромным и упорным тружеником науки. Хаббл же показал, что скорость разбегания галактик растёт с расстоянием до них.

Слайфер был директором Лоуэлловской обсерватории в течение тридцати шести лет, открыл не только разбегание галактик, но и их вращение, руководил успешным поиском

Плутона и умер в возрасте девяноста четырёх лет счастливым человеком. Потому что если человек много сделал, то ему умирать не страшно.

Кстати, Андромеда, изученная Слайфером первой, расположена к нам ближе всех, притягивается нашей Галактикой и поэтому не подчиняется закону космического расширения.

– То есть Андромеда попросту падает на нас? – удивился Андрей.

– Да. Согласно расчетам астрономов, *через пять миллиардов лет*туманность Андромеды должна столкнуться с нашей Галактикой. Когда это случится, то в небе Земли появится перекресток двух млечных путей.

Что произойдёт с Солнцем и Землей в тот момент, когда туманность Андромеды налетит на нашу Галактику? На этот вопрос ответа ещё нет. Чтобы его найти, нужен упорный человек, влюблённый в звёзды, способный расспросить их о космических тайнах – и расслышать ответ.

– Вот этим я точно сама займусь! – решительно заявила Галатея. – У меня прекрасный слух.

Примечания для любопытных

Ликская обсерватория– одна из первых горных обсерваторий (высота над уровнем моря – 1283 метра). Построена в 1887 году на деньги миллионера-мецената Джеймса Лика.

Джон Гудрайк(1764–1786) – молодой астроном, открывший и объяснивший переменность звёзд Алголь (бета Персея) и Шелиак (бета Лиры). В 1784 году открыл первую пульсирующую звезду-цефеиду – дельту Цефея, с переменностью блеска в пять дней и девять часов. Избран членом Лондонского королевского общества (1786) и награжден его высшей наградой – медалью Копли.

Эдуард Пикеринг(1846–1919) – американский астроном, директор Гарвардской обсерватории с 1877 года.

Персиваль Лоуэлл(1855–1916) – дипломат, востоковед и бизнесмен. С 1893 года – астроном, основавший Лоуэлловскую обсерваторию. На основании возмущений Урана вычислил положение невидимой девятой планеты и организовал её поиски, которые привели к открытию Плутона в 1930 году К. У. Томбо (1906–1997).

Уильям Кэмпбелл(1862–1938) – американский астроном, спектроскопист. Директор Ликской обсерватории в 1900–1930 годах.

Генриетта Ливитт(1868–1921) – астроном, работала в Гарвардской обсерватории с 1893 по 1921 год. Открыла 4 новых и 2400 переменных звёзд. В 1908 году обнаружила особый класс звёзд-гигантов – цефеид, позволивших измерять галактические и межгалактические расстояния.

Виллем де Ситтер(1872–1934) – голландский астроном и математик. Получил важные нестационарные космологические решения эйнштейновских уравнений («пространство де Ситтера», «вселенная де Ситтера»).

Весто Мелвин Слайфер(1875–1969) – астроном Лоуэлловской обсерватории (с 1916 по 1952 год – её директор). Определил скорость движения Андромеды и открыл разбегание галактик.

Эдвард Фэсс(1878–1959) – американский астроном, работавший в Ликской обсерватории.

Артур Стэнли Эддингтон(1882–1944) – выдающийся английский астрофизик. Директор Кембриджской обсерватории с 1914 года. Знаток и популяризатор теории относительности Эйнштейна. В 1919 году при полном затмении Солнца подтвердил предсказание Эйнштейна об отклонении света звезды в искривлённом пространстве. Создатель теории строения звёзд. В 1920-х годах выдвинул теорию о термоядерном источнике светимости звёзд. Высказал правильное предположение о причине пульсаций звёзд-цефеид.

Эдвин Хаббл(1889–1953) – юрист по образованию, ставший астрономом обсерватории Маунт-Вилсон. Предложил классификацию галактик по форме (диаграмма Хаббла). Нашёл цефеиды в туманности Андромеды и оценил расстояние до неё в 900 тысяч световых лет (по современным данным – два с половиной миллиона световых лет). Показал, что скорость разбегания галактик пропорциональна расстоянию до них (закон Хаббла).

Жорж Леметр(1894–1966) – бельгийский астроном, математик и католический священник. Внес важный вклад в разработку теории расширяющейся Вселенной.

Цефеиды– пульсирующие жёлтые звёзды-гиганты, которые меняют свой размер и блеск с периодом в несколько дней. Ближайшей к нам цефеидой является Полярная звезда. Период пульсации цефеид зависит от их массы и тем самым связан со средней светимостью звезды. Физическую модель пульсаций цефеид построил российский астроном Сергей Владимирович Жевакин (1916–2001).

Туманность Андромеды(M31 по каталогу Мессье) – спиральная галактика, ближайшая к Млечному Пути.

Расположена в созвездии Андромеды на расстоянии 2,5 миллиона световых лет от Земли.

Галактика Сомбреро(M104 по каталогу Мессье) – спиральная галактика в созвездии Девы на расстоянии 28 миллионов световых лет от Земли.

Малое Магелланово Облако– карликовая галактика, спутник Млечного Пути. Расположена в созвездии Тукана на расстоянии 200 тысяч световых лет.

Сказка о Королевстве Кривых Пространств и дневных звёздах

Королева Никки пришла на ужин к принцессе Дзинтаре. Дети Дзинтары – Андрей и Галатея – обрадовались и после ужина сразу потребовали:

– Расскажи сказку!

Королева давно знает: идёшь в гости к принцессе – неси сказку в зубах, а то принцессовы… то есть принцессины… дети живой не выпустят.

– Ох и хитрую сказку вам сейчас поведаю, сразу все ваши извилины в узелок завяжутся.

– Не завяжутся! – смело воскликнул Андрей.

– А мы маму попросим – она потом развяжет, – осторожно сказала Галатея. – Она даже мои шнурки ухитряется развязывать.

И Никки начала сказку:

– Жил-был мудрый учёный Эйнштейн. И любил он ставить мысленные эксперименты. Они очень удобны – ведь для них никакого оборудования не надо, кроме самого важного прибора – головы.

Придумал Эйнштейн такой мысленный эксперимент:

«Найдём огромный гладкий пустырь. Поставим на пустыре пушку, которая стреляет круглыми ядрами параллельно земле, то есть – горизонтально. Посадим рядом с пушкой невысокую яблоню с большими яблоками. Когда пушка выстрелит, с яблони одновременно сорвётся яблоко. И полетят с одной высоты два предмета: ядро – над землей по пологой кривой, а яблоко – вниз по прямой. Кто быстрее достигнет земли – ядро или яблоко?»

Провёл мысленный эксперимент Эйнштейн и получил удивительный результат: ядро и яблоко ударятся в землю одновременно, только очень далеко друг от друга.

Много выстрелов из своей мысленной пушки сделал Эйнштейн – его соседи даже забеспокоились и стали жаловаться в полицию на странные вибрации дома.

Какое бы тело ни брал Эйнштейн – свинцовое ядро, деревянное яблоко, лебединое пёрышко – все они падали на землю одинаково. Конечно, без влияния воздуха – в мысленном эксперименте весь воздух с планеты можно было откачать одним движением мысли.

«Почему все тела разного веса так одинаково себя ведут?» – задумался Эйнштейн. И думал он десять лет, десять месяцев и десять дней.

Наконец он понял, что объяснить поразительно одинаковое поведение разных предметов в гравитационном поле можно, если предположить, что каждое тело во время падения катится по невидимой искривлённой поверхности, как по рельсам. А рельсы – они прочные, им всё равно, кто по ним катится – тяжёлый поезд или лёгкая дрезина.

Тем самым открыл Эйнштейн новый закон: ***тяготение – это движение в искривлённом пространстве вокруг массивных тел*** . Как санки с горы катятся вниз, так и все тела падают в искривлённом пространстве Земли или Солнца.

Галилей открыл закон, по которому тела любят двигаться по самым прямым линиям без всякого ускорения. Эйнштейн подтвердил – именно так всё и происходит даже в искривлённом пространстве возле Земли, да вот только самая прямая линия в кривом пространстве тоже кривая и называется *геодезической*. Попробуйте нарисовать прямую линию на поверхности глобуса – у вас не получится ничего прямее кривого меридиана.

Когда поезд едет между Москвой и Петербургом, то пассажирам кажется, что их дорога пряма как стрела, на самом деле они движутся по дуге на поверхности земного шара. Обитателям геодезической линии их жизнь и движение кажутся прямыми и равномерными, но их пространство искривлено, поэтому никому из его обитателей верить нельзя – только Мистеру Тензорному Анализу. Сами жители Кривландии не замечают, как они ускоряются возле Земли. Они при падении испытывают невесомость – летят, нежатся, а потом – хлоп! –

прибыли, вылезай: рельсы закончились на земной поверхности. Кто ушибся – Эйнштейн не виноват.

– Готово дело, у меня ни одной незапутанной извилины не осталось! – воскликнула Галатея.

– Не мешай, – нетерпеливо сказал Андрей. – Потом я сам тебе всё распутаю.

Королева улыбнулась:

– Представить себе искривлённое пространство непросто. Люди тысячелетиями жили в прозрачном пространстве Евклида. Его легко описать тремя координатами, оно похоже на комнату со своей высотой, длиной и шириной. Отдельно от пространства существовало время, которое равномерно течёт сквозь наш мир – или несёт его вперёд, в будущее. В своей теории гравитации Эйнштейн связал три пространственные координаты и время в единое четырёхмерное пространство – и показал, что оно должно быть искривлено возле звёзд и планет! Такое искривлённое пространство описал ещё математик Риман, а Эйнштейн сумел доказать, что именно риманово пространство отвечает за ньютоновскую силу притяжения. Это была ошеломляющая мысль: таинственное время и неуловимое пространство оказались столь реальными и осязаемыми, что их странные свойства стали влиять на жизнь людей!

– Всё равно не понимаю… – жалобно сказала Галатея.

Никки пояснила:

– Я лично представляю искривлённое пространство в виде простой модели. Возьмите большой таз – или обруч. Натяните на него резиновую плёнку – например, от надувного шарика. Положите в середину плёнки тяжёлый металлический шарик. Он растянет плёнку и образует вокруг себя воронку. Теперь запустите по плёнке легкий шарик – например, от настольного тенниса. Он покатится по кривой – словно металлический шар его притягивает. Легкий шарик может даже выйти на спутниковую орбиту вокруг тяжёлого тела. Это прекрасная модель эйнштейновской теории гравитации.

– Хочу такой таз с плёнкой! – заявила Галатея.

– Сделаем! – уверенно кивнул Андрей. А Никки продолжала:

– За десять лет упорных трудов Эйнштейн сумел вывести математические уравнения, которые описывают движение в искривлённом пространстве самых разных тел: маленьких девочек и огромных планет, тяжёлых пушечных ядер и обычных яблок-ранеток.

Впрочем, Ньютон тоже неплохо с яблоками справлялся.

«Надо бы проверить мою теорию на том случае, который Ньютон не смог объяснить», – подумал Эйнштейн.

Вот, например, планета Меркурий, которая движется ближе всех к Солнцу, давно доставляла хлопоты астрономам, двигаясь немного быстрее, чем нужно по законам Ньютона. Эйнштейн мысленно поймал Меркурий, засунул его в мясорубку своих уравнений, покрутил, посчитал – и доказал, что орбита этой горячей планеты не ладит с законом Ньютона, зато охотно подчиняется его, Эйнштейна, уравнениям. Значит, они правильны! Обрадовался Эйнштейн и опубликовал свои уравнения и закон, по которому гравитация – это не сила, а *искривление пространства*. Вернее, *искривление пространства-времени*, что означает ещё и замедление времени возле Солнца и Земли.

Что тут началось! Шум, гам, обиды, крики.

«Как так пространство может быть кривым? Сомнительное дело!»

Уж больно хитрый закон открыл Эйнштейн. Кто не верит, те бурчат, а кто верит, те молчат. Доказательства искривлённости пространства нужны, да такие прямые, чтобы никто не посчитал их извилистыми.

Тогда Эйнштейн сказал: «Искривление пространства можно увидеть своими глазами возле Солнца. Наше светило двигается и искривляет пространство – будто *линза*по небу плывёт. И звёзды вокруг Солнца начинают раздвигаться, словно огни далёкого города приближаются в бинокль. Понаблюдайте за звёздами возле Солнца, тогда и увидите искривлённость пространства!»

Королева Никки развела руками:

– Ох, непростое условие поставил мудрый Эйнштейн. Как же увидеть звёзды возле самого Солнца, если днём светло и звёзд не видно?! Долго ломали голову учёные, но всё-таки придумали. Нука, кто из вас догадается, какой есть способ увидеть звёзды днём, да ещё возле самого Солнца?

– Из колодца звёзды видны днём! – воскликнул Андрей.

– Нет, это миф: не научная, а простая сказка.

– А если в телескоп посмотреть? – спросила Галатея.

– Тоже не получится. Голубое небо светит ярче звёзд, поэтому они и не видны днём. Есть только один способ: дождаться времени, когда солнце днём не светит.

– Когда же солнце днём может не светить? – удивился Андрей.

Никки ответила зловещим голосом:

– Есть такое страшное время, когда солнце днём становится чёрным-чёрным, оно висит над нашей головой, но не светит… И небо тоже превращается из голубого в чёрное-чёрное… и даже в полдень на таком чёрном небе видны все звёзды. И называется

такое ужасное время…

Голос королевы стал вкрадчивым, завывающим, страшным как привидение:

– …такое жуткое время называется… называется такое кошмарное время… …ПОЛНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ!

– Ой! – взвизгнула Галатея.

– А-а-а… – разочарованно сказал Андрей, ожидавший какого-нибудь дракона или волшебника. – Это когда Луна загораживает от нас Солнце.

– Да, и тогда на Земле наступает тьма среди бела дня. Солнечное затмение длится несколько минут, и за это время нужно успеть замерить положение звёзд возле Солнца. Вызвался решить такую непростую задачу знаменитый астроном и математик, английский лорд Артур Эддингтон. Он поплыл на корабле в далёкую Западную Африку, где ожидалось полное затмение Солнца. Много приключений пережила экспедиция Эддингтона в южных морях, но сумела сфотографировать чёрное Солнце и звёзды возле него.

– И как – удалось лорду Эддингтону увидеть искривлённое пространство? – нетерпеливо спросил Андрей.

– Да, учёные обнаружили, что хорошо известный рисунок звёздного неба вокруг чёрного Солнца действительно изменился – словно к Солнцу была приклеена большая прозрачная линза.

– Вот здорово! – сказала Галатея. – Так, значит, мы все – жители Королевства Кривых Пространств!

Андрей спросил:

– А есть какой-нибудь способ попроще, чтобы увидеть искривлённое пространство? Не дожидаясь солнечного затмения?

– Сейчас уже есть такой способ. Когда появились крупные телескопы, то выяснилось, что вид далёких галактик искажается на искривлённом пространстве возле более близких галактик. Поэтому изображения далёких звёздных скоплений могут двоиться, троиться и даже размазываться в кольцо. А хитроумные физики сумели проверить теорию Эйнштейна об искривлении пространства и времени возле Земли. Они смогли показать, что на втором этаже любого здания время течёт чуть быстрее, чем на первом, – в точном согласии с формулами Эйнштейна.

– В долинах время течёт медленнее, чем в горах? – недоверчиво спросила Галатея.

– Да. А если взять не нашу рыхлую планету, а очень сильно сжатую звезду, то на её поверхности время вообще останавливается, а пространство искривляется до максимума. Такой объект называют чёрной дырой – и их немало открыто в космосе. Например, в центре нашей Галактики.

– То есть Солнце, Земля и мы сами вращаемся вокруг чёрной дыры, где время остановилось?! – с восторгом спросила Галатея.

– Да, это хорошо известный факт. Но в начале двадцатого века искривление пространства и замедление времени можно было обнаружить только по смещению звёзд возле Солнца.

Эддингтон послал из Африки телеграмму о том, что Эйнштейн оказался прав. И все мировые газеты опубликовали эту телеграмму.

В мире только что закончилась – а кое-где ещё даже не закончилась – большая война. Очень устали люди от этой войны, устали каждый день открывать газеты и читать про смерти и ужасы. В один прекрасный день открыли люди утренние газеты и узнали, что учёные нашли искривлённое пространство вокруг Солнца. Обрадовались люди тому, что встречаются такие чудеса на этом грустном свете. Альберт Эйнштейн сразу стал самым знаменитым учёным в мире, хотя многие всё равно не понимали – что такое кривое пространство, которое на вид такое прямое, и как оно заставляет землю притягивать к себе все предметы?

«Неужели нам после ужина так трудно вставать только из-за искривлённого пространства? – думали люди, почёсывая затылки. – Вот если штанами зацепиться за искривлённый гвоздь в стуле – то это как-то понятнее…»

Даже став самым знаменитым в мире учёным, Эйнштейн продолжал жить в скромном домике на тихой улице в университетском городке Принстоне.

Как-то раз у домика Эйнштейна собралась большая толпа.

«Ты очень умный! Стань нашим президентом!» – закричали люди мудрому Эйнштейну, который выглянул в окошко.

«Извините, не могу, – сказал Эйнштейн. – Я сейчас обдумываю удивительную идею. Оказывается, если взять искривлённое пространство из пяти измерений, то можно написать уравнения, которые будут описывать не только гравитацию возле ветки, но и электричество в розетке…»

Послушали-послушали Эйнштейна люди, ничего не поняли, и в сон их потянуло. Подумали люди: «Ох уж этот Эйнштейн, часы всем перепутал, пространство искривил, энергию с массой перемешал, а всё никак не успокаивается…» – и разбрелись по своим домикам, улеглись в мягкие кроватки и забылись мирным сном.

Может, и вам, дети, спать пора?

Примечания для любопытных

Евклидово пространство– плоское пространство, введённое великим греческим математиком Евклидом (ок. 325–265 гг. до н. э.), жившим в Александрии.

Риманово пространство– искривлённое пространство, открытое выдающимся немецким математиком Бернхардтом Риманом (1826–1866).

Тензорный анализ– раздел математики, который широко используется в физике и в общей теории относительности при изучении искривлённых пространств. Тензоры очень полезны в описании *инвариантных*свойств объектов – то есть свойств, которые не зависят от геометрических координат и движения наблюдателей.

Сказка о мирном рыцаре Эддингтоне, узнавшем главную тайну звёзд

– Люди часто мечтают попасть в сказку, вырваться из серых скучных будней в мир могучих героев и подвигов, невероятных приключений и побед. Мечты о двери в чудесный мир, о магическом даре или волшебной палочке свойственны не только детям, но и многим взрослым.

…Только учёные не мечтают о волшебном альтернативном мире.

– Они не умеют мечтать? – удивилась Галатея.

Королева Никки покачала головой:

– Просто они уже нашли свою дверь в мир чудес. Учёные смогли вскрыть жестяную поверхность консервированной повседневности, научились видеть невидимое или незамечаемое другими людьми. Учёные много лет осваивают это умение проникать в чудесную суть вещей и явлений, используя вместо волшебной палочки телескопы, микроскопы и математические уравнения.

– Никогда бы не подумала, что учёные имеют свои волшебные палочки! – воскликнула Галатея.

Никки улыбнулась:

– Телескоп будет помощнее волшебной палочки – это настоящее окно в другие миры, мост через глубины пространства и даже времени!

– Телескоп – это ещё и машина времени? – поразилась Галатея.

– Конечно, телескоп – это подлинная машина времени, которая видит далёкое прошлое звёзд и галактик.

Так и получилось, что все учёные живут двойной жизнью. Одна из них обычная и всем понятная, а другая – невидимая, загадочная и – да, по-настоящему волшебная.

Такой двойной жизнью жил и Артур Стэнли Эддингтон.

Внешне он вел спокойное, размеренное существование профессора Кембриджа, прерываемое лишь научными экспедициями и поездками на конференции. Книги и беседы, трубка и камин, прогулки на велосипеде – на непосвящённый взгляд простака ничего примечательного в жизни Эддингтона не было.

На самом деле Эддингтон в своей главной жизни был

ТИТАНОМ, супергигантом в яростной битве с другими титанами. Он совершал подвиги, которые никто другой не мог совершить. Он рассчитывал жизнь и смерть звёзд, изгибал само пространство и время, определял судьбы Вселенной и создавал миры, предписывая им законы бытия…

– Здорово! – восхитился Андрей.

– Уже в детстве Эддингтон выделялся среди своих сверстников. В футбол он играл как все, но вдобавок он обладал явным математическим талантом и выучил таблицу умножения до 24 на 24 раньше, чем научился читать. Родители Эддингтона были глубоко религиозными людьми, поэтому Библия попала в руки к мальчику очень рано. Юный Эддингтон взял и… пересчитал все буквы в первой главе Библии. В возрасте четырёх лет, когда его выводили на вечернюю прогулку, он пробовал сосчитать звёзды на небе.

Увлечённость большими цифрами останется у Эддингтона на всю жизнь – став учёным, он подсчитает даже общее число элементарных частиц во Вселенной!

Кроме математики, юный Стэнли, как звали его домашние, увлекался астрономией и с десяти лет много времени проводил у небольшого телескопа, который ему дал учитель. За школьные годы Стэнли написал тринадцать рефератов по астрономии. Мальчик следил за экспедицией Нансена на Северный полюс и обсуждал со своей старшей сестрой газетные сообщения об огромном метеоре, который с ужасным грохотом взорвался над Мадридом в апреле 1896 года. Этот метеор был виден даже на фоне яркого дневного неба.

В пятнадцать лет Эддингтон выиграл стипендию для обучения в колледже Манчестера, чем смутил администрацию колледжа – с их точки зрения, мальчик был слишком юн для студента.

– Знай наших! – радовалась Галатея рассказу Никки.

– Эпидемия тифа унесла отца Эддингтона, когда Стэнли было всего два года. Семья жила очень небогато, но Стэнли проявлял столь яркие таланты, что зарабатывал всё новые и новые стипендии для обучения – и даже поступил в легендарный Тринити-колледж в Кембридже, где учились в своё время Ньютон и Максвелл.

Эддингтон не был затворником, живущим в научной башне из слоновой кости. Ещё в студенчестве он выучил французский, немецкий и итальянский языки и читал Мольера, Гёте и Данте в подлиннике. Он увлекался шахматами и велосипедом. Из его записных книжек следует, что за рекордный 1905 год он проехал на велосипеде свыше четырёх тысяч километров, а в возрасте

пятидесяти пяти лет Эддингтон проехал за один день двести километров между Донкастером и Кембриджем. Ездил он чаще всего в одиночестве – эти длинные велосипедные путешествия явно были для Эддингтона ещё одним способом размышления над чудесами Вселенной, которые остаются невидимыми простым смертным.

– Что-то мы давно на велосипеде не катались… – вспомнил Андрей.

– Студентом Эддингтон посещал математические семинары, но друзья нередко замечали его читающим на заседаниях статьи по гравитации: обычного потока информации Стэнли явно не хватало – он успевал следить за происходящим на семинаре и изучать сложные научные труды.

* * *

Эддингтон становится профессором Кембриджа, много наблюдает в телескоп и публикует книгу о звёздах и строении Вселенной. Эта монография приносит ему заслуженную славу среди учёных.

В это время Эйнштейн в Германии создаёт свою общую теорию относительности. Европа охвачена войной, научные связи между Англией и Германией прерваны, но космолог де Ситтер, живущий в нейтральных Нидерландах, переправляет Эддингтону оттиски своих статей и трудов Эйнштейна.

Эддингтон, обладающий блестящими математическими способностями, быстро осваивает теорию Эйнштейна, построенную с помощью тензорного анализа, и в 1918 году публикует первое в мире англоязычное изложение теории гравитации Эйнштейна.

В этом же году британское правительство пробует призвать Эддингтона в армию – европейский фронт требовал всё новых солдат. Эддингтон, принадлежавший по религиозным убеждениям к протестантам-квакерам, которые проповедовали пацифизм, отказался брать в руки оружие, но выразил готовность работать в Красном Кресте или на сборе урожая, если страна сочтёт это более полезным занятием, чем быть профессором астрономии.

– Странные эти правительства! – удивился Андрей. – Простые солдаты им нужнее, чем знаменитые профессора астрономии.

– Профессору была дана отсрочка от призыва, а через несколько месяцев война закончилась.

Эддингтон быстро становится признанным экспертом в

теории относительности Эйнштейна и приобретает в этой области авторитет, сопоставимый с авторитетом самого автора теории.

Один из учёных, считавший себя знатоком теории Эйнштейна, как-то подошёл к Эддингтону и сказал с прозрачным намёком на себя:

– Вы – один из трёх человек в мире, которые понимают теорию Эйнштейна!

Эддингтон погрузился в раздумья.

– Не скромничайте, Артур!

– Я просто пытаюсь понять – кто же третий? – кротко ответил Эддингтон.

* * *

Теория Эйнштейна предсказывала искривление света звёзд возле Солнца. Наблюдать звёзды возле диска Солнца можно было только в случае полного солнечного затмения – и именно Эддингтон возглавил экспедицию на остров Принсипи возле западного берега Африки, чтобы проверить это предсказание Эйнштейна.

– Никки, я помню, ты уже об этом упоминала, в сказке о Королевстве Кривых Пространств, – обрадовалась Галатея.

– Молодец, – улыбнулась Никки, и продолжила: – Приезд научной экспедиции во главе с английским лордом вызвал изрядный переполох на острове. Губернатор оказал всяческое содействие и помог астрономам выбрать для наблюдений самый безоблачный берег острова. Местный владелец плантаций какао даже отложил поездку в Европу, чтобы иметь возможность гостеприимно пригласить Эддингтона с коллегами остановиться в его доме. Плантатор предоставил носильщиков, которые прорубали экспедиции путь по джунглям и несли астрономическое оборудование. Телескоп был установлен на специально сооружённом постаменте. Все научные инструменты были готовы к наблюдениям, но вот беда – 29 мая, в день затмения, на острове Принсипи разразился ливень. Лишь перед самым затмением небо очистилось – и то не до конца. Эддингтону некогда было любоваться великолепной короной Солнца – он в стремительном темпе менял фотопластинки в приборе. За несколько минут затмения он успел сделать шестнадцать фотографий Солнца и его окрестностей.

Звёзды оказались видны лишь на шести проявленных пластинках.

Эддингтон приступил к измерениям смещения звёзд. Пять из

шести получившихся снимков оказались слишком низкого качества. Эддингтон принялся исследовать последнюю, лучшую пластинку, которая запечатлела в облачных просветах пять звёзд. Он сравнил результаты с контрольной фотографией данного участка неба, полученной несколько месяцев назад. Измерив положение пяти звёзд, Эддингтон получил смещение, хорошо совпавшее с предсказанием Эйнштейна.

Эддингтон вспоминал этот день как самый впечатляющий момент своей жизни!

Он получил прямое подтверждение того, что пространство нашего мира *искривляется* возле звёзд и планет. Он держал в руках не стеклянную пластинку, покрытую фотоэмульсией, а разгадку тайны земного тяготения и силы, которая управляет судьбой Вселенной!

– Только учёные могут так радоваться ничтожным смещениям маленьких точек! – подумала вслух Галатея.

– Потому что учёные, в отличие от других людей, понимают – ЧТО ОЗНАЧАЕТ это смещение! – ответил Андрей. – В этом и состоит секрет их волшебства.

Никки продолжила:

– Эддингтон сообщил об успехе экспедиции телеграммой. Весть о том, что Эйнштейн оказался прав, разнеслась по первым страницам главных газет во всём мире: «НАШЕ ПРОСТРАНСТВО ИСКРИВЛЕНО!»

Люди измучились от бессмысленной войны, и удивительные вести из космоса позволили им заглянуть в иной, чудесный мир, где живут звёзды и учёные. Эйнштейн стал мгновенно и всемирно знаменит. Его предыдущая известность в научных кругах не шла ни в какое сравнение с нынешней славой. Среди учёных, конечно, оказалось немало скептиков, указывающих на недостаточность полученных данных.

Через три года в Австралию отправилась экспедиция из Ликской обсерватории во главе с её директором Кэмпбеллом – чтобы ещё раз сфотографировать звёзды возле Солнца в момент затмения. Новые данные полностью подтвердили результат экспедиции Эддингтона. Пожилой Кэмпбелл не относился к числу сторонников Эйнштейна и надеялся (как он потом сам признался), что звёзды откажутся подтверждать эту странную теорию об искривлении пространства.

Но звёзды оказались с характером и не послушались Кэмпбелла.

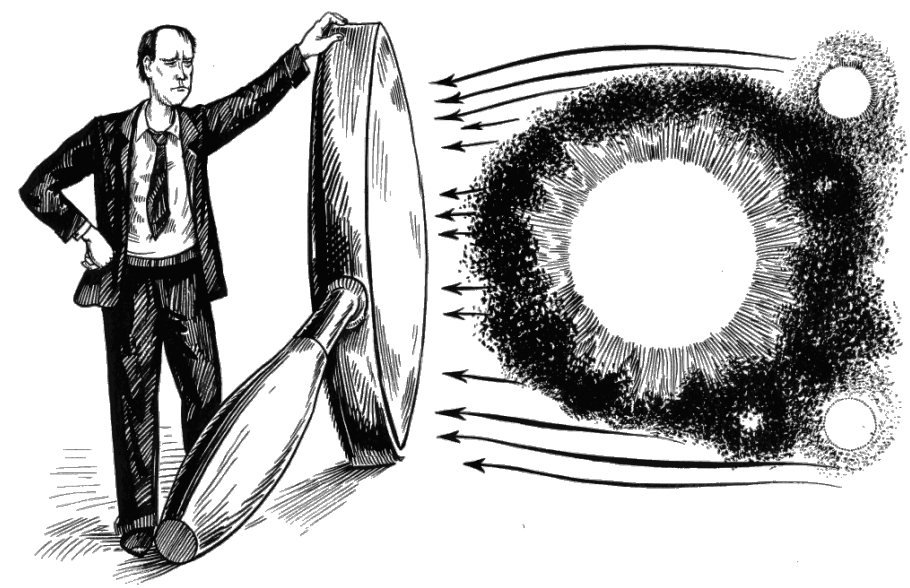
Вселенная окончательно соскользнула с евклидовой неподвижной плоскости и погрузилась в изогнутые и волнующиеся пространства Римана.

– Мы плывём по Морю Искривлённого Пространства! – воскликнула Галатея.

– Эддингтон публикует научную монографию «Математическая теория относительности», о которой сам Эйнштейн отозвался так: «Наилучшее изложение предмета!»

В этой книге Эддингтон, глубоко проникший в суть теории Эйнштейна, сделал еретический вывод: энергия в общей теории относительности не сохраняется, зато подчиняется более общему закону изменения, что «является с нашей новой точки зрения более простым и значительным, чем простое сохранение».

Эйнштейн был согласен с Эддингтоном и работал над ***единой теорией поля*** , которая должна была уничтожить не только сохраняющуюся энергию, но и саму материю – оставив вместо неё лишь сложным образом искривлённое пространство.



– Как это? – не поняла Галатея. – То есть я сама как бы состою из искривлённого пространства?

– Да, Эйнштейн полагал, что может описать элементарные частицы – из которых состоишь и ты, и мы – как некие *сгустки* искривлённого пространства.

– Все равно непонятно! – настаивала Галатея.

– Возьми носовой платок – когда ты разгладишь его на столе, то получишь ровное пространство. А если свяжешь в узел, то получишь нечто вроде частицы.

– То есть, по Эйнштейну, частицы – это такие кульки или узлы из пространства-времени? – переспросил Андрей.

– Образно говоря, да. Но Эйнштейну не удалось построить

такую теорию – возможно, он где-то свернул в непроходимый тупик – такое бывает даже с самыми умными учёными. Большинство учёных скептически воспринимали попытки Эйнштейна свести весь мир к узелкам из свернутого пространства. Учёные использовали общую теорию относительности Эйнштейна, но недоверчиво отнеслись к крамольной точке зрения Эддингтона и Эйнштейна на закон сохранения энергии.

* * *

Эддингтону было не привыкать сталкиваться со скептицизмом и непониманием со стороны других учёных. Среди астрономов он был известен как создатель теории строения звёзд, о которой он опубликовал книгу, ставшую классической. Одна из моделей звёзд так и называется: «модель Эддингтона». Учёный доказал, что равновесие звезды зависит не только от гравитации и давления газа, но и от светового давления – на Солнце оно достигает одной десятой от давления солнечного газа.

– Постой, Никки! – воскликнула Галатея. – Как это свет может что-то удерживать? Это же свет! Солнечный зайчик! Он только освещает и греет!

– Свет в больших количествах совсем не похож на милого зверька. Эддингтон подсчитал, что на Землю каждый день выпадает 160 тонн солнечного света. Именно эта энергия питает растения, животных и нас самих, а также создает ветер, дожди и реки.

– Ух ты! – потрясённо сказала Галатея. – Сто шестьдесят тонн света – каждый день!

– Запертый внутри звезды могучий свет начинает вести себя как газ в упругом мяче, пытаясь раздуть мешающую ему оболочку. В массивных звёздах давление излучения вообще становится главной причиной, удерживающей звезду от быстрого сжатия или падения в саму себя.

Постоянным оппонентом сэра Эддингтона был сэр Джинс, авторитетнейший астроном.

Современники вспоминали споры Эддингтона и Джинса, как «битвы титанов». А в теории звёзд было о чём поспорить. Динамический баланс раскалённых гравитирующих звёзд был парадоксален. Эддингтон часто говорил: «Чтобы звезду охладить, её надо нагреть!» – и был совершенно прав.

– Непонятно, но замечательно! – обрадовался Андрей.

– Эддингтон оценил температуру в центре звезды в сорок

миллионов градусов и первый предположил, что звёзды светят благодаря ядерному превращению элементов – говоря современным языком, из-за термоядерных реакций водорода и гелия.

Его опять не поняли – Эддингтон опередил своё время лет на двадцать. Скептицизм физиков и астрономов был понятен: согласно тогдашним теоретическим представлениям, реакции ядерного синтеза требовали гораздо больших температур. Больше всех спорил сэр Джеймс Джинс.

Эддингтон ядовито говорил скептикам и сэру Джеймсу:

– Вам недостаточно сорока миллионов градусов? Идите поищите местечко погорячее! – что означало: «Идите в ад!» или «Идите к чёрту!»

* * *

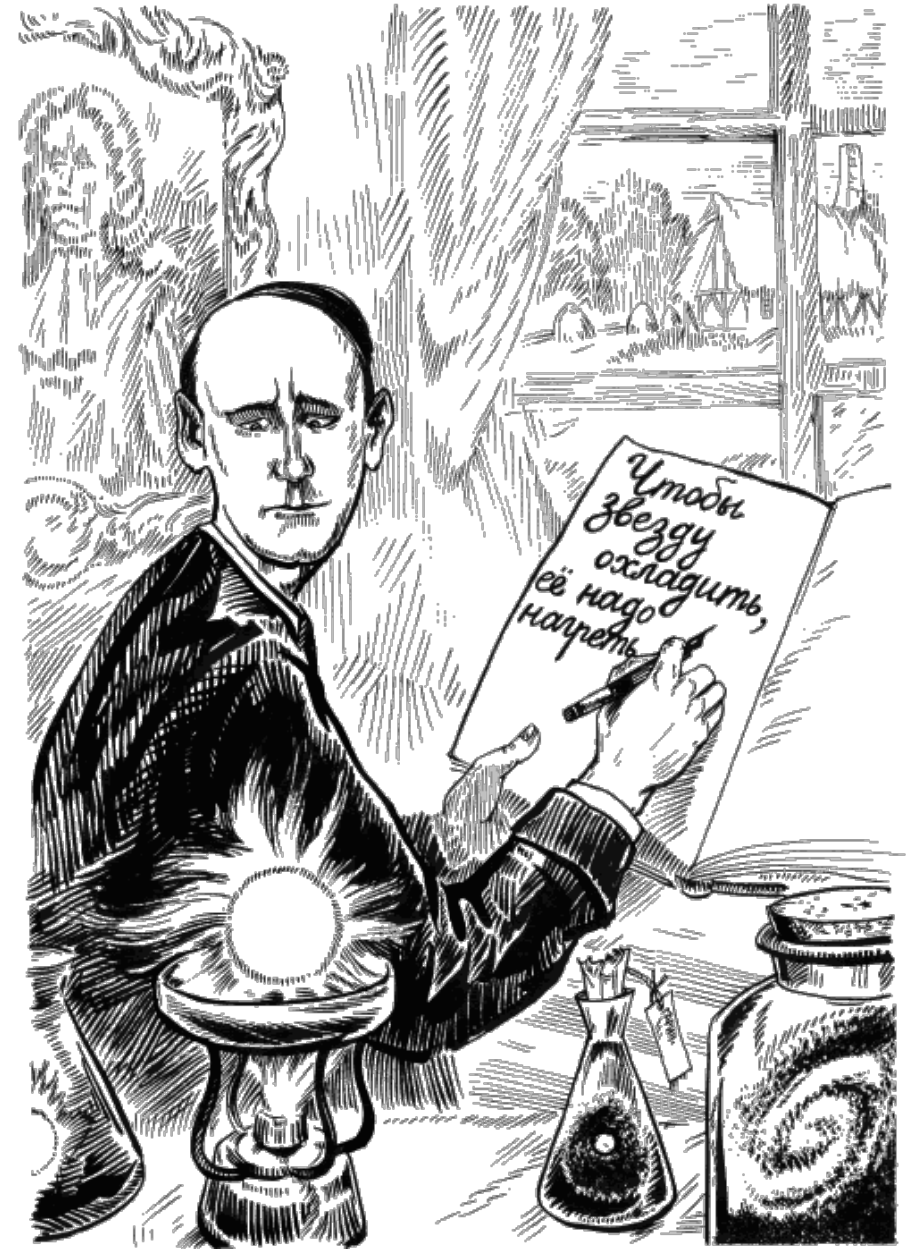
Как рассказывал сам Эддингтон, вечером того дня, когда он сделал это открытие – догадался об атомном источнике энергии звёзд, – он сидел на скамейке со своей девушкой. Она сказала: «Посмотри, как красиво светят звёзды!» На что он ответил: «Да, и в данный момент я – единственный человек в мире, которые знает, ПОЧЕМУ они светят».

– Наверное, это очень приятное чувство! – сказал Андрей.

– Это и есть главная тайна звёзд, которую узнал лорд Эддингтон? – спросила Галатея.

Дзинтара кивнула:

– За научные успехи Эддингтона пожаловали рыцарским званием, он был выбран президентом Королевского общества и Международного астрономического союза. Но мировая слава, открытие главного секрета звёзд и звание лучшего знатока общей теории относительности не остановили учёного от дальнейших поисков. Последнюю часть жизни он посвятил проблеме, которую иначе как Проблемой и не назовёшь.



Эддингтон стал искать теорию происхождения мировых физических констант, например скорости света и гравитационной постоянной. Почему они имеют именно эту величину? Замысел Эддингтона – найти мировое уравнение, решение которого дало бы нужные численные константы, – превосходит по масштабности и дерзости все другие. Изменение мировых констант даже на небольшую величину приводит к полному изменению картины мира, поэтому Эддингтон, пытаясь ответить на вопрос: почему

численные величины мировых констант именно такие, а не другие? – на самом деле искал ответ на вопрос: ПОЧЕМУ наш мир устроен именно таким образом?

Пока никто из учёных не нашёл какого-либо реалистичного подхода к решению этой проблемы. Насколько опередил Эддингтон развитие физики – на двести или на триста лет?

Он не смог решить поставленную проблему, но сформулировать задачу часто не менее важно, чем её решить.

Примечательно, что в конце жизни оба учёных – и Эйнштейн, и Эддингтон – остались одиноки в своих интеллектуальных поисках.

– Но ПОЧЕМУ так устроен мир? – расстроилась Галатея.

Никки ответила:

– Люди, идущие впереди всех, всегда одиноки. Эти ТИТАНЫ, создатели миров, светил и пространств, слишком опередили своё время.

Негромкий голос из полумрака добавил:

– Эддингтон в физике был настоящий поэт. В своей книге «Пространство, время и тяготение» он написал следующие задумчивые и остроумные строки: «Мы нашли странный отпечаток ноги на берегу Неизвестного. Мы создали, одну за другой, много глубоких теорий для того, чтобы объяснить его происхождение. В конце концов нам удалось реконструировать то существо, которому принадлежит этот след. И оказалось, что это мы сами».

– Я тоже хочу оставить свой след на берегу Неизвестного! – сказала решительно Галатея.

Невидимый собеседник подумал, что Эддингтон имел в виду нечто другое, но не стал спорить с мечтой девочки. Детские мечты наивны, но обладают огромной силой.

Примечания для любопытных

Световое давление– давление света, падающего на поверхность тела. Идея светового давления была высказана Кеплером для объяснения поведения кометных хвостов. Максвелл теоретически обосновал давление света в рамках своей электродинамики, а российский физик Петр Николаевич Лебедев (1866–1912) в 1899 году экспериментально открыл давление света, измерив его с помощью крутильных весов.

Джеймс Максвелл(1831–1879) – великий британский физик и математик. Заложил основы современной электродинамики (уравнения Максвелла) и кинетической теории газов

(распределение Максвелла).

Джеймс Джинс(1877–1946) – британский физик и астроном. Открыл один из законов излучения (закон Релея – Джинса) и нестабильность гравитирующей среды (неустойчивость Джинса). Посвящён в рыцари в 1928 году.

Титаны– в древнегреческой мифологии боги второго поколения, дети Урана (бога неба) и Геи (богини земли).

Пацифизм– учение, осуждающее любые войны и насилие.

Мировые физические константы – к ним относятся, например, следующие:

Скорость света в вакууме– физическая константа, равная 299 792 458 м/сек.

Постоянная Планка– основная константа квантовой теории. Впервые введена выдающимся немецким физиком, основателем квантовой теории Максом Планком (1858–1947) в 1900 году.

Гравитационная постоянная– физическая константа, используемая в уравнениях гравитации Ньютона и Эйнштейна. Характеризует силу гравитационного притяжения между телами.

Космологическая постоянная– постоянная, введённая Эйнштейном, которая, как сейчас считается, определяет скорость расширения Вселенной.

Заряд электрона. Электрон – одна из самых распространённых стабильных элементарных частиц, играющая важную роль в структуре атомов, в химии, в явлении электрического тока и т. д. Масса и заряд электрона – физические константы, от которых зависят многие феномены нашего мира. Заряд электрона служит единицей измерения электрического заряда других элементарных частиц и ионизированных атомов.

Сказка о метеорологе Фридмане, выигравшем спор с великим Эйнштейном

– Я устал от этого кошмара… – пробормотал Александр, зябко кутаясь в громоздкий тулуп и поднимая голову.

Небосвод был переполнен яркими летними звёздами, а на востоке разгоралось зарево – наступал новый жаркий день. Часть неба над головой была загорожена огромным серым шаром. Аэростат медленно плыл между сияющими звёздами и цветущей землей, и в его гондоле было очень холодно.

– Как бы я хотел заниматься звёздами и Вселенной и никогда больше не смотреть вниз, на землю! – шепнул сам себе Александр Фридман, но он не услышал себя – потому что всё утонуло в страшном грохоте.

Над зелёными рощами и полями с созревающей пшеницей поплыли клубы дыма: началась артподготовка к наступлению, и огонь артиллерии нужно было корректировать. Александр глубоко вздохнул, поднёс к глазам бинокль и посмотрел вниз…

– Почему люди настолько глупы, что готовы воевать друг с другом? – удивилась Галатея.

Сегодня сказку детям читала Дзинтара. Она сама любила эту историю, потому что гордилась её героем.

– В начале двадцатого века мир был охвачен ужасной войной, кровавой и бессмысленной. Это было настоящее бедствие, умноженное эпидемиями, голодом и разрухой.

Но именно в это время человеческая мысль особенно рвалась в космос, в звёздные глубины Вселенной – туда, где не было войн и смерти.

Именно тогда Эйнштейн создал величайшую теорию пространства и времени – **общую теорию относительности.**

Ньютон сумел понять – КАК Земля притягивает к себе Луну и другие тела. Эйнштейн объяснил – ПОЧЕМУ Земля обладает этим удивительным свойством, доказав что *гравитационное притяжение – это проявление искривлённого пространства*.

Теория гравитации Эйнштейна сумела объяснить аномальную прецессию Меркурия, а также обещала решить проблему строения Вселенной.

Мыслители разных веков предлагали свои космологические модели: мироздание взгромождали и на спины черепах и слонов, и в хрустальную сферу его заковывали. Но ничего не получалось:

слоны и черепахи разбегались, хрустальные небеса лопались.

– Никто же черепах не кормил! – развеселилась Галатея. – Вот они и расползлись!

– Но сейчас у Эйнштейна были его замечательные уравнения, которые описывали Вселенную, а значит – все шансы на успех. Он, как и астрономы его времени, верил в вечную и неподвижную Вселенную и приступил к созданию математической модели такого прекрасного стабильного мира.

Но он быстро понял, что у него ничего не получается. Неудачу Эйнштейна легко поймёт любой мальчишка, который любит бросать камни в воду. Ведь когда запускаешь камень в небо, то он может находиться только в двух состояниях – или лететь вверх, или падать вниз. Зависнуть неподвижно над водой ни один камень не может.

– Абсолютно верно! – авторитетно заявил Андрей.

– А именно этого ожидал Эйнштейн от модели неподвижной Вселенной.

– Зря! – хмыкнул Андрей.

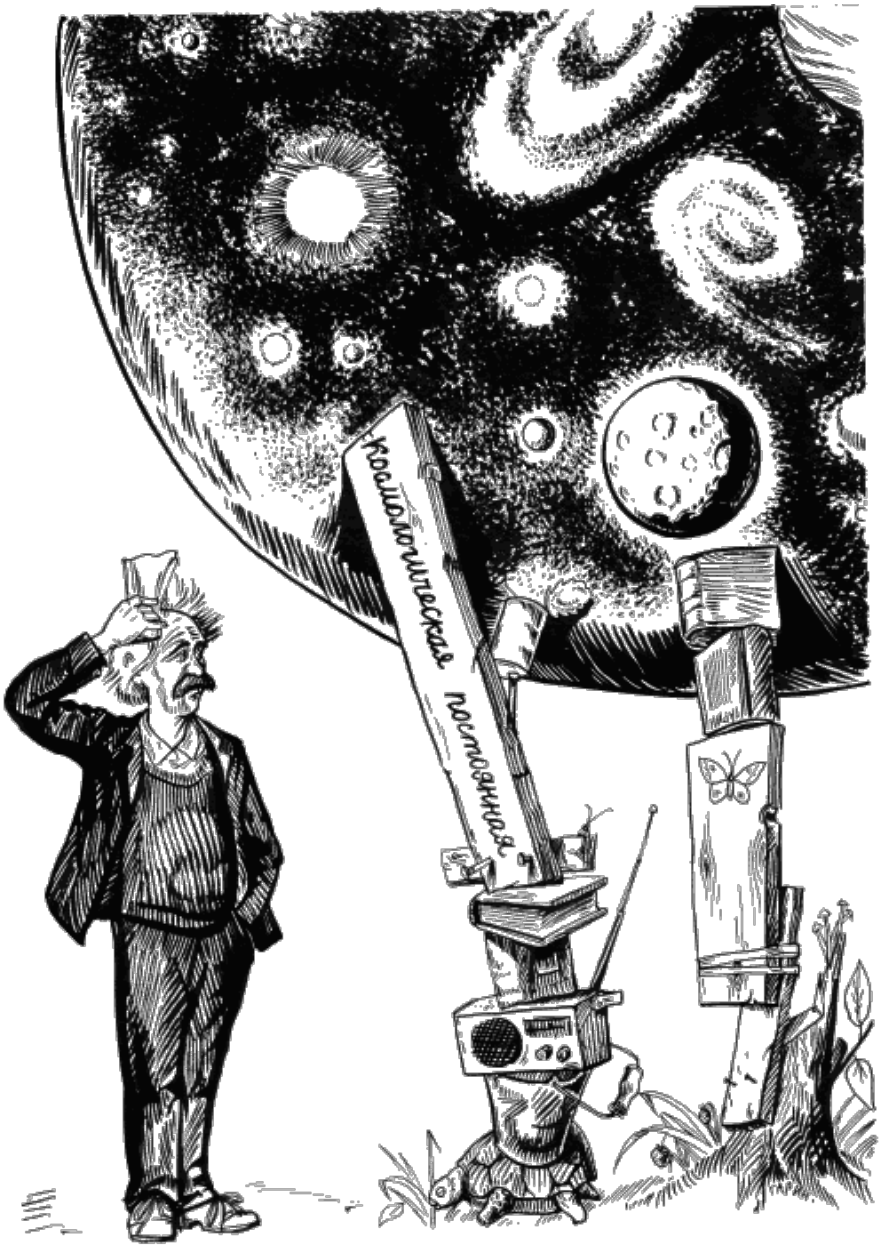
– Тогда учёный решил, что ему нужна подпорка для падающих камней – вернее, для Вселенной. Такой опорой, обеспечивающей неподвижность мира, может служить какая-нибудь *отталкивающая*сила, которая противодействовала бы гравитационному притяжению и обеспечила бы Вселенной необходимый покой.

Эйнштейн ввел такую антигравитационную силу в свои уравнения, отчего в уравнениях появилась новая «космологическая постоянная», а Вселенная стала круглой и конечной по размеру.

Когда шар Вселенной замер в неподвижности, то Эйнштейн обрадовался и вытер трудовой пот со лба. Всё-таки далеко не каждый день получаешь модель целого мира, да ещё такую красивую: неподвижную и без черепах со слонами.

– Вселенная не в зоопарке – это уже хорошо! – одобрила Галатея.

– Отдохнув, довольный Эйнштейн опубликовал работу по космологии Вселенной в своём любимом физическом журнале.



Но через некоторое время почтальон принёс ему журнал со статьей русского математика и метеоролога Александра Фридмана. Он утверждал, что эйнштейновская модель Вселенной нестабильна – как карандаш, стоящий на острие. Да, все силы, действующие на него, уравновешены, но стоит только отпустить руку, удерживающую карандаш, как он упадёт. Так и мир Эйнштейна не может находиться в равновесии – он должен или *сжиматься*, или *расширяться*, или *пульсировать*. Наблюдения

Слайфера уже доказали, что галактики – разбегаются. Значит, Вселенная расширяется и не вечна, а имеет вполне определённый возраст: время, прошедшее с начала расширения. Фридман оценил возраст Вселенной в **десять миллиардов лет**.

Космолог Эйнштейн расстроился, прочитав статью метеоролога Фридмана, – всё-таки не каждый день твою любимую модель мира хотят разрушить. Но самым могучим оружием теоретиков является математика – и Эйнштейн, вооружившись ею, стал искать ошибку в расчётах русского учёного.

И он её нашёл!

В следующем же номере физического журнала Эйнштейн опубликовал заметку, где заявил, что результат Фридмана кажется ему подозрительным и основанным на ошибке.

Фридман прочитал ответ Эйнштейна, тоже расстроился (а кому понравится, что его ловят на ошибке?!) и тоже достал своё главное оружие – ручку и листок бумаги (голова у теоретика и так всё время с собой) – и стал искать ошибку в расчётах Эйнштейна.

И он её нашёл!

– Если они оба нашли ошибку в расчётах друг друга, то кто из них оказался прав? – обеспокоилась Галатея.

– А вот сейчас узнаешь. Фридман был очень хорошим математиком – первую свою научную статью в престижных немецких «Математических анналах» он опубликовал сразу после школы. Когда он в 1910 году закончил математическое отделение Петербургского университета, то был оставлен на кафедре математики для подготовки к профессорскому званию. Фридман был прикладным математиком – он активно «прикладывал» свои математические знания к метеорологии, атмосферным течениям и турбулентности. Он летал на дирижаблях и воздушных шарах, а во время войны – участвовал в боевых вылетах русской авиации. После революции Фридман работал в Главной геофизической обсерватории и был редактором «Журнала геофизики и метеорологии».

Вскоре Эйнштейна посетил физик из России Крутков, который передал ему письмо Фридмана, где тот доказывал, что Эйнштейн ошибся в своих контррасчётах.

Эйнштейн был настоящим учёным, который не боится признаться в своей неправоте. Убедившись в своей ошибке, он опубликовал в журнале заметку, что он ошибся, а Фридман прав.

– Какой честный человек, этот Эйнштейн, ради правды не побоялся разрушить свою красивую модель Вселенной! – с удовольствием отметил Андрей.

– Да, это означало, что прежняя стационарная космология

неверна. И на свет из уравнений Эйнштейна стараниями Фридмана появляется новая, **динамическая Вселенная**– молодая и нестабильная. И оценка Фридманом её возраста оказалась очень близка к современным данным! Более того, Александр Фридман показал, что в разлетающейся Вселенной, чем дальше галактика, тем быстрее она улетает от земного наблюдателя. Именно этот факт позже доказал Хаббл.

Это была подлинная революция в миростроении!

Фридман доказал, что наблюдаемая Вселенная **не вечна**, **беспокойна**и **находится в полёте**.

– Аналогичную революцию совершил Коперник, толкнув неподвижную Землю! – напомнил Андрей.

– Верно, – согласилась Дзинтара.

– Фридман заболел и умер в 1925 году в возрасте тридцати семи лет, успев внести в мировое здание науки неоценимый вклад. У Фридмана остался ученик Георгий Гамов, которому тоже будет суждено сделать важное усовершенствование модели Вселенной. Но это уже совсем другая история.

После работ Фридмана учёные долгое время думали, что окончательная модель расширения Вселенной найдена, и космологии осталось только уточнить возраст Вселенной. Но звёзды – особенно сверхновые звёзды – посмеялись над этими людскими надеждами. Сверхновые, эти вспыхивающие маяки космоса, позволили расшифровать свои сигналы, и в 1998 году сразу две группы астрономов – под руководством Шмидта и Перлмуттера – объявили, что Вселенная не просто расширяется, а *расширяется с ускорением*.

«Кошмар!» – не поверили им теоретики.

Эта новость наблюдателей противоречила общим теоретическим представлениям, по которым следовало, что разлёт Вселенной замедляется – как движение камня, подкинутого вверх.

Кто из мальчишек, швыряющих камни в пруд, предполагает, что брошенные булыжники будут ускоряться и улетать в космос?

– Таких идиотов я ещё не встречал! – рассмеялся Андрей.

– Но именно такое неприличное поведение демонстрирует насмешливая Вселенная.

Космологи забыли спокойные времена и углубились в новую проблему. Как ведёт себя ускорение Вселенной? Уменьшается ли оно со временем или растёт? Будет ли Вселенная разлетаться вечно или она в какой-то момент остановится?

Особенно измучил астрономов вопрос: ЧТО заставляет Вселенную ускоряться?

Кто-то для объяснения этого эффекта вводит новые физические силы или пространственные размерности. Кто-то предполагает, что сам вакуум – вернее его странная отрицательная энергия – вмешалась в жизнь Вселенной и изменила её.

– Что такое отрицательная энергия? Энергия, на которой можно заморозить чайник? – спросила Галатея, высоко подняв брови.

– Физического смысла отрицательной энергии никто не знает, но ею должно обладать гравитационное поле, если мы хотим спасти закон сохранения энергии. А может быть, трудности в понимании мироздания возникли из-за того, что учёные-гравитационисты отвергли смелую трактовку Эддингтона – Эйнштейна, в которой они отказались от закона сохранения энергии?

Нет окончательного ответа на эти вопросы.

Наблюдатели ловят в телескопы всё более далёкие сверхновые звёзды, которые должны со временем прояснить вопрос об изменении ускорения далёких галактик. Теоретики

терзают свои головы и компьютеры в поисках причины ускорения разлёта нашего мира.

Кроме того, Эйнштейн доказал, что гравитационное притяжение – это лишь проявление искривлённого пространства, но до сих пор нет ответа на вопрос следующего уровня: ПОЧЕМУ возле Земли и других гравитирующих тел пространство искривляется?

Ответы на многие загадки нашего мироздания ещё не найдены.

Может, их найдёшь ты, читатель?

– Я их первая найду! – заявила Галатея и погрозила кому-то крепким розовым кулачком.

Примечания для любопытных

Турбулентность– квазибеспорядочное, часто вихревое движение жидкости или газа: например, плывущий корабль оставляет за собой турбулентную дорожку. Это явление описывается очень сложными математическими моделями и до сих пор плохо изучено.

Александр Алексеевич Фридман(1888–1925) – петербургский математик и метеоролог. Показал, что уравнения Эйнштейна описывают нестационарную Вселенную, и получил знаменитые решения этих уравнений.

Юрий Александрович Крутков(1890–1952) – физик-теоретик. В 1922 году получил стипендию Рокфеллеровского фонда для поездки в Европу и встретился там с Эйнштейном, передав ему письмо Фридмана.

Георгий Антонович Гамов(1904–1968) – физик-теоретик. Родился в Одессе, уехал из СССР в 1933 году. Автор теории Большого взрыва и ряда других известных концепций в физике, астрономии и биологии. Известный популяризатор науки.

Саул Перлмуттер(род. 1959) – американский астрофизик. Один из открывателей феномена ускоренного расширения Вселенной, получивший за это в 2011 году Нобелевскую премию.

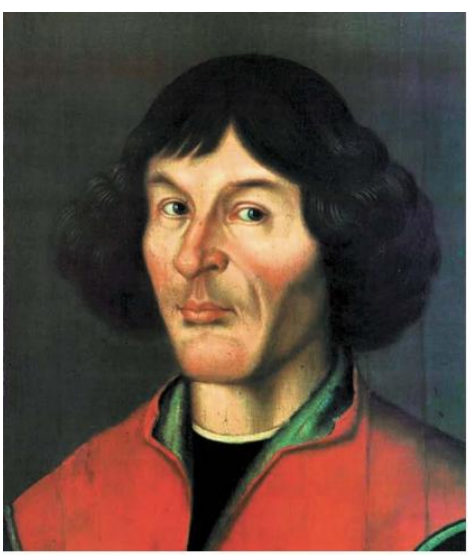
Брайен Шмидт(род. 1967) – австралийский астрофизик. Один из открывателей феномена ускоренного расширения Вселенной. За это он получил в 2006 году престижную премию Шау в миллион долларов, а в 2011 году заработал Нобелевскую премию вместе с Перлмуттером и американцем Адамом Рисом (род. 1969).

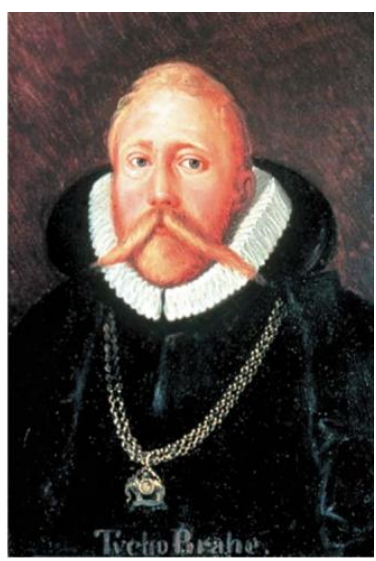
Фото с вкладки

Эта старая гравюра отражает представления средневековых людей о космосе: плоская земля, окружённая хрустальной сферой, к которой прикреплены звёзды и за которой расположены огромные шестерни и механизмы для движения небес *Иллюстрация из книги «История астрономии» Х. Купера и Н. Хенбеста*

*Слева:*Лунное затмение 9 ноября 2003 года. Луна, входя в тень от Земли, освещается красным светом земной зари и становится мрачно-багровой. Стоя в этот момент на Луне, мы будем видеть вокруг Земли ярко-красное кольцо солнечного заката, слившегося с рассветом. Но никто из землян ещё не наблюдал этого потрясающего зрелища. Может, вы станете первым человеком, увидевшим его? *Фото Оливера Штейна*

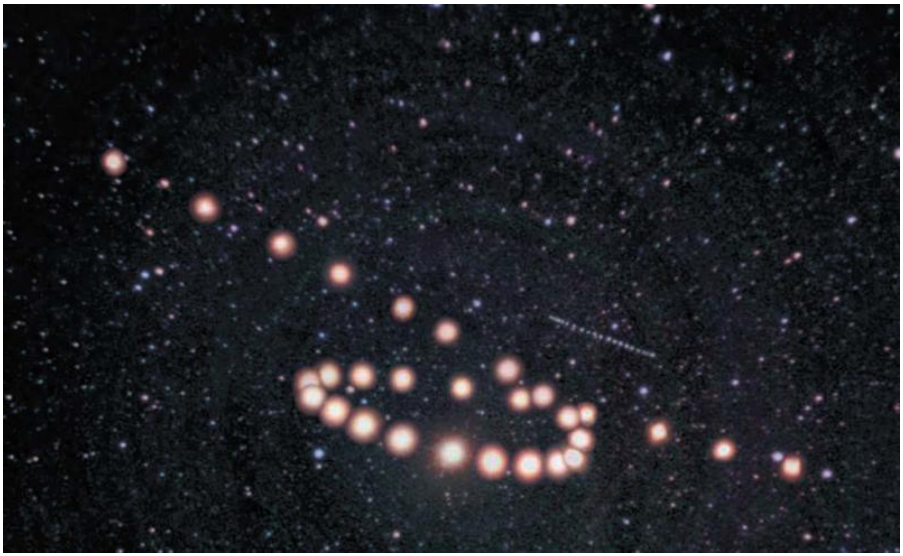
*Справа:*Астроном Региомонтан. *Старинная гравюра неизвестного художника*



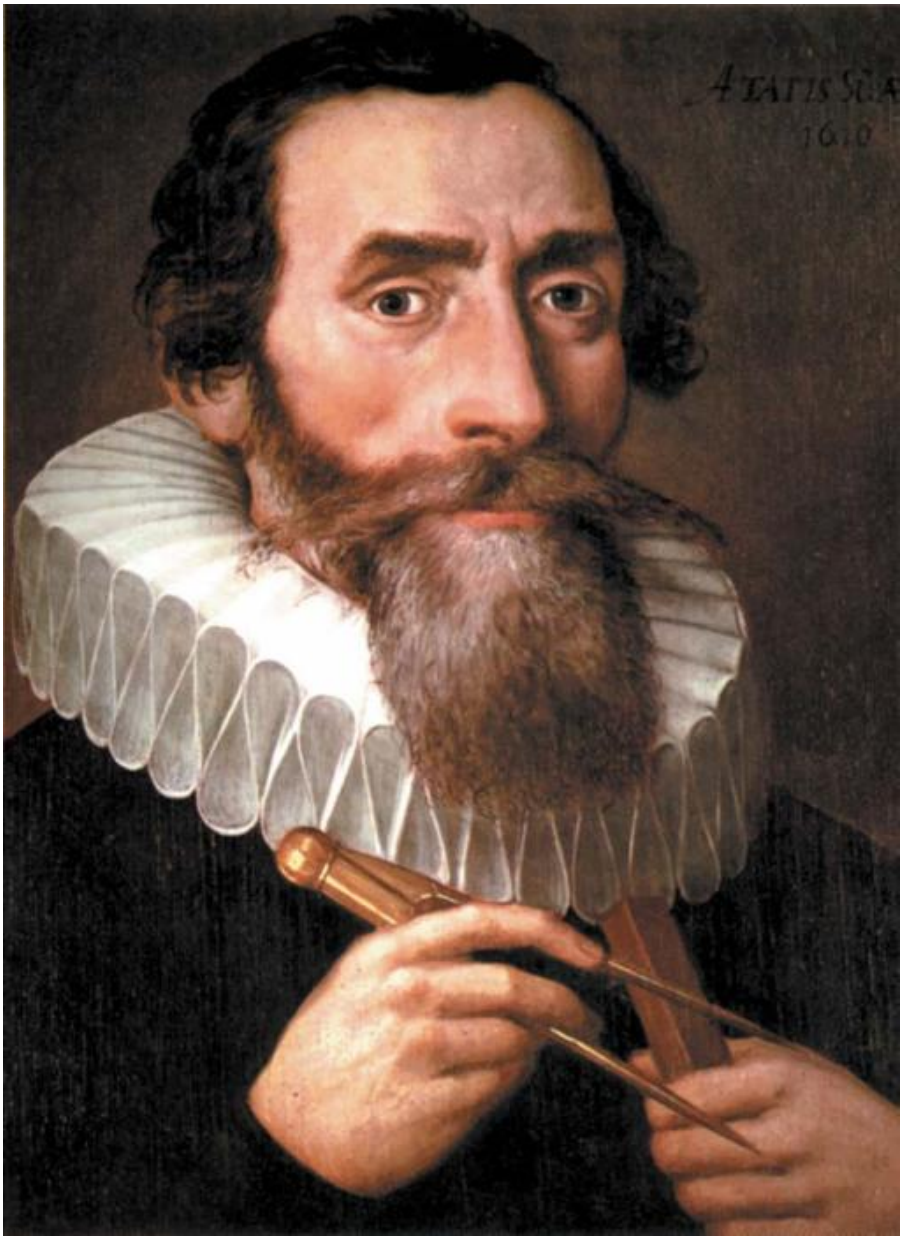


*Слева:*Николай Коперник – великий мыслитель, сумевший сдвинуть с места Землю. *Картина неизвестного художника XVI века (музей города Торуни)*

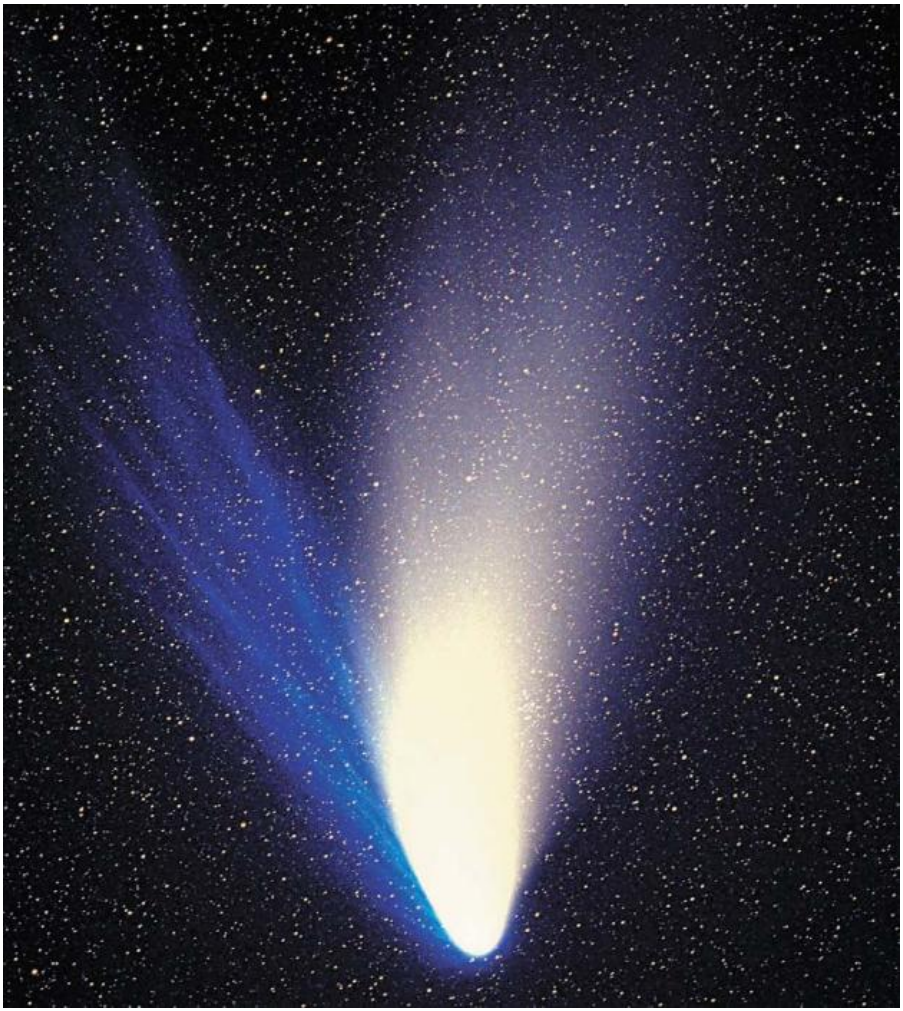
*Справа:*Тихо Браге – выдающийся астроном-наблюдатель. *Картина Эдуарда Эндера*



Петля Марса. Яркий Марс совершает на небе эффектные петли, над которыми тысячи лет ломали головы астрономы. Цепь слабых звездочек рядом с петлей Марса соответствует движущемуся Урану. Обратите внимание на яркость Марса в нижней части петли, где он ближе всего к Земле. *Фотография Тунка Тезеля*



Иоганн Кеплер – знаменитый учёный, сформулировавший основные законы движения планет *Картина неизвестного художника, 1610 год*

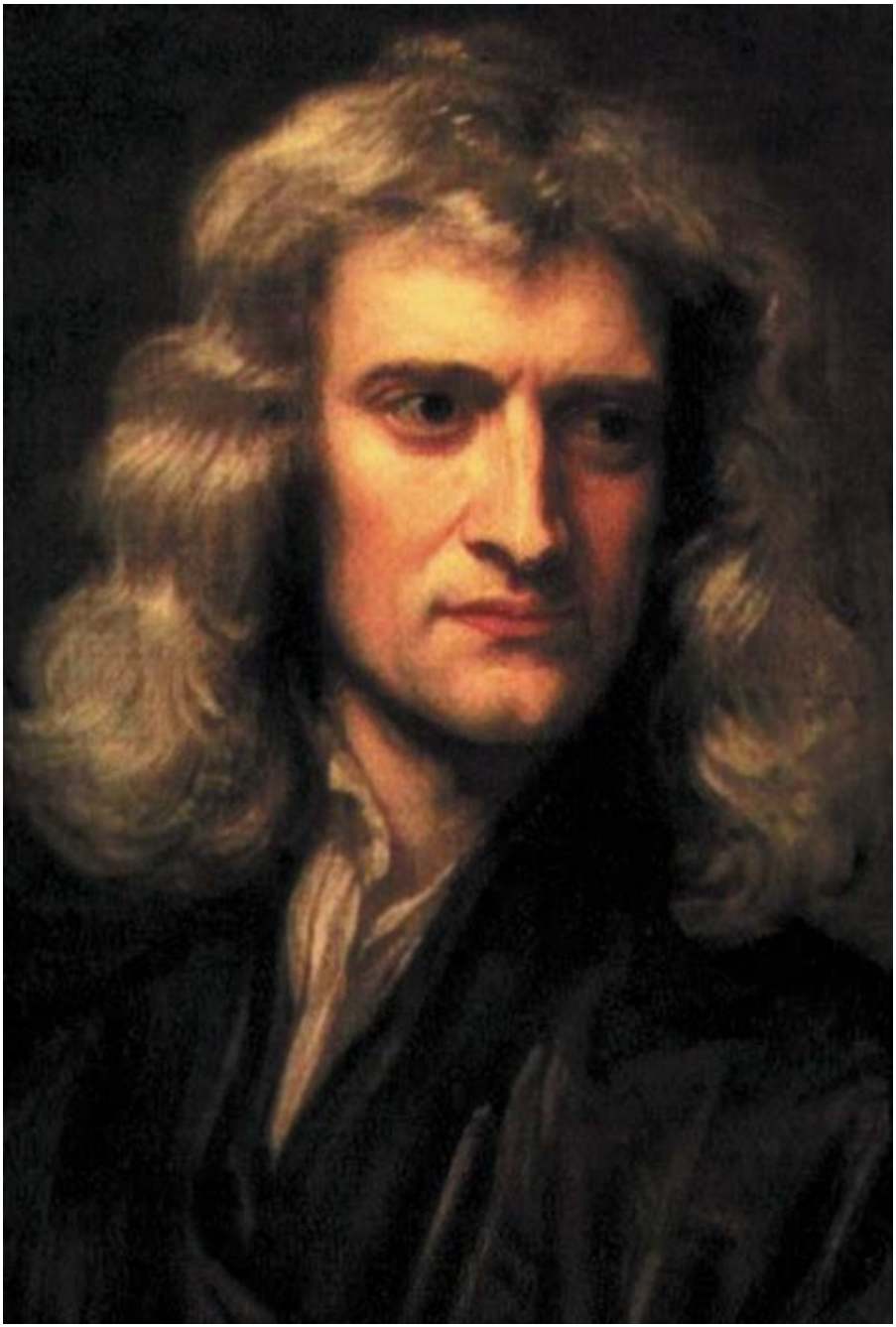


Комета Хейла-Боппа. Сфотографирована 4 апреля 1997 года Е. Колмхофером и Х. Раабом в обсерватории имени Иоганна Кеплера в городе Линц (Австрия)

*Слева:*Галилео Галилей. *Портрет написан Оттавио Леони в 1624 году.*

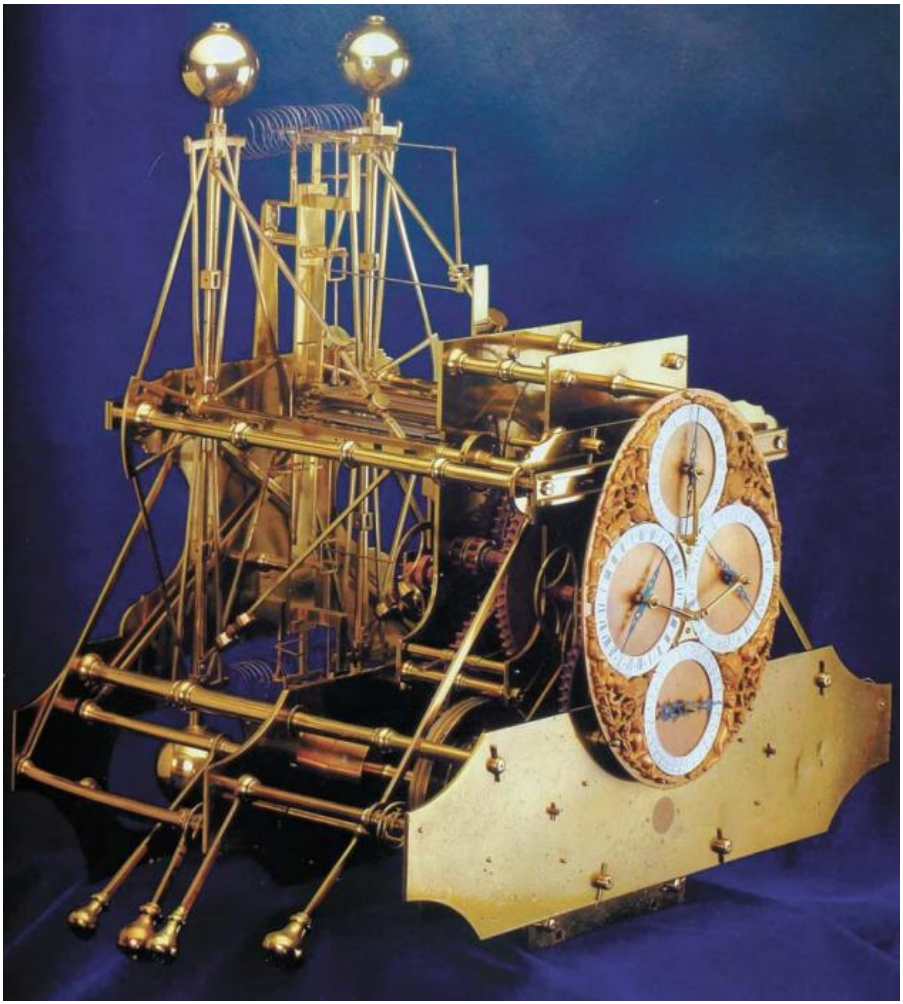
*Справа:*Юпитер и спутники, открытые Галилеем. Так они выглядят в небольшой земной телескоп или бинокль

Первые в мире телескопы, созданные Галилеем. *Фото Густаво Томсича*

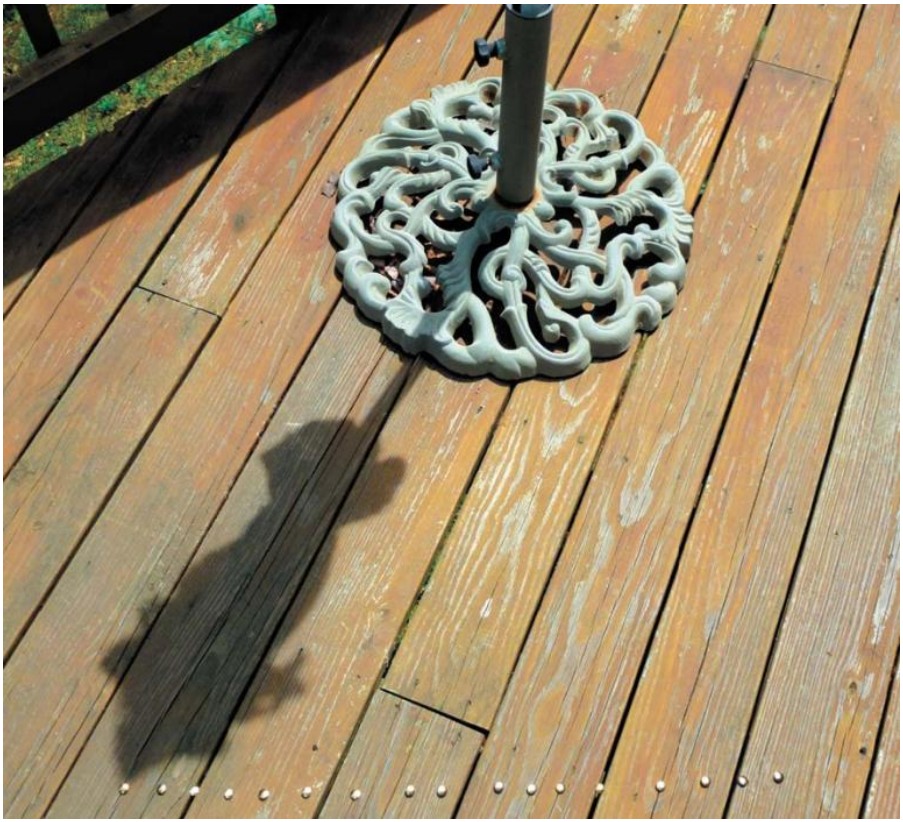


Исаак Ньютон – величайший учёный последнего тысячелетия. После Ньютона многие учёные стали считать настоящими науками только те, которые применяют математические уравнения. *Картина сэра Годфри Кнелера*

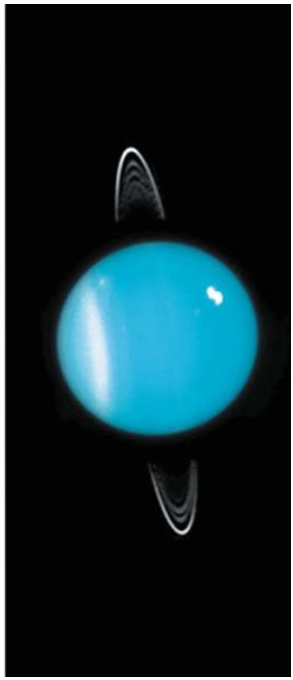
Ферма Вулсторп, где фермер Ньютон родился и сделал свои главные открытия. В саду за домом сохранились пни от о-о-очень старых яблонь… *Фото Хел-Хама*



Первый морской хронометр Харрисона, весящий 35 килограммов. *Фото и экспонат Национального морского музея (Лондон)*

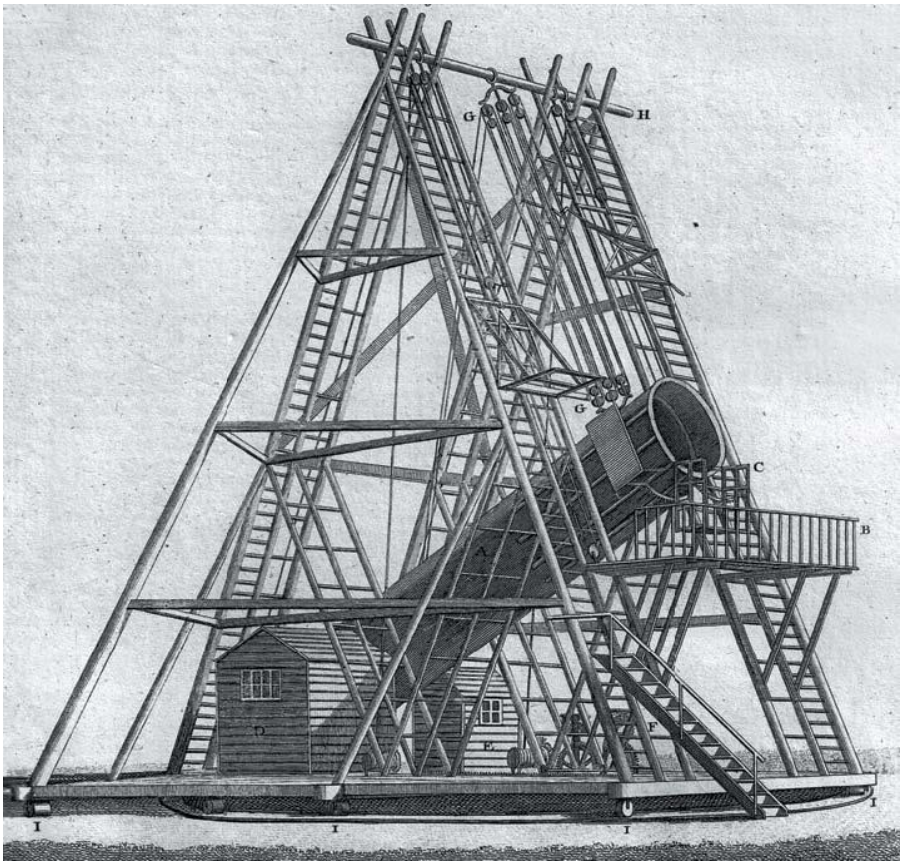


Тень от зонтика может служить прекрасным астрономическим инструментом! *Фото автора*



*Слева:*Астроном и музыкант Вильям Гершель. *Картина английского художника Л. Ф. Эббота (1760–1802)*

*Справа:*Уран, открытый Гершелем. Единственная планета в Солнечной системе, которая вращается, лежа на боку, поэтому её спутники и кольца образуют что-то вроде колеса обозрения в городском парке *(фото НАСА/ESA и М.Шовальтера (Институт SETI), сделанное с помощью телескопа Хаббла в 2005 году)*

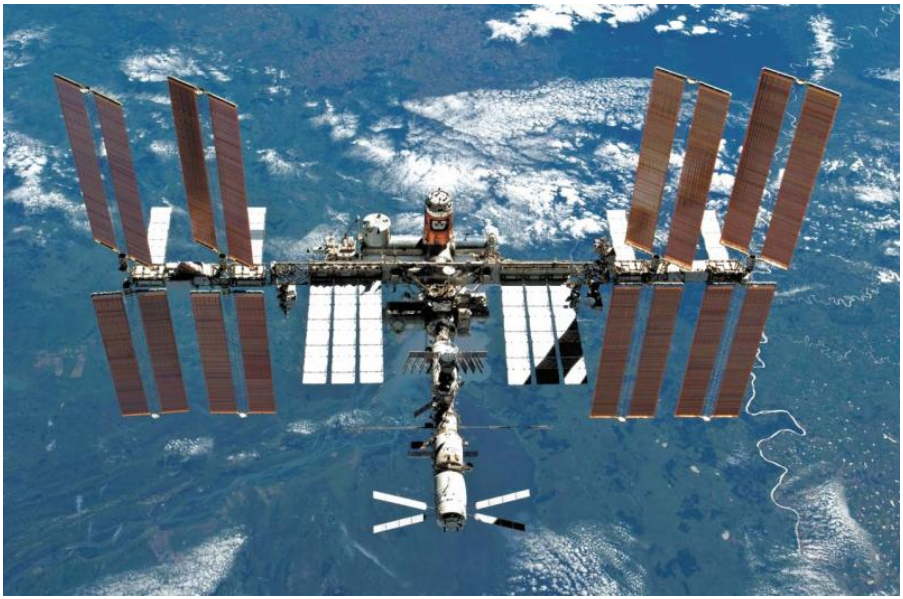


Самый большой в мире телескоп (12-метровый в длину; диаметр зеркала 120 см), построенный Гершелем в 1787 году. Сотрудники, помогавшие астроному, называли наблюдения на этом телескопе «бритьем с помощью гильотины». Более крупный телескоп – с диаметром зеркала 180 см – был построен графом и графиней Росс лишь в 1845 году (см. книгу «Звёздный витамин»)
Иллюстрация из Британской энциклопедии, издание 1797 года

Фау-2 (Германия). Военная баллистическая ракета, взлетавшая на высоту более 180 километров в 40-е годы XX века. Экспонат музея Пенемюнде. *Фото А. Эльфвина*

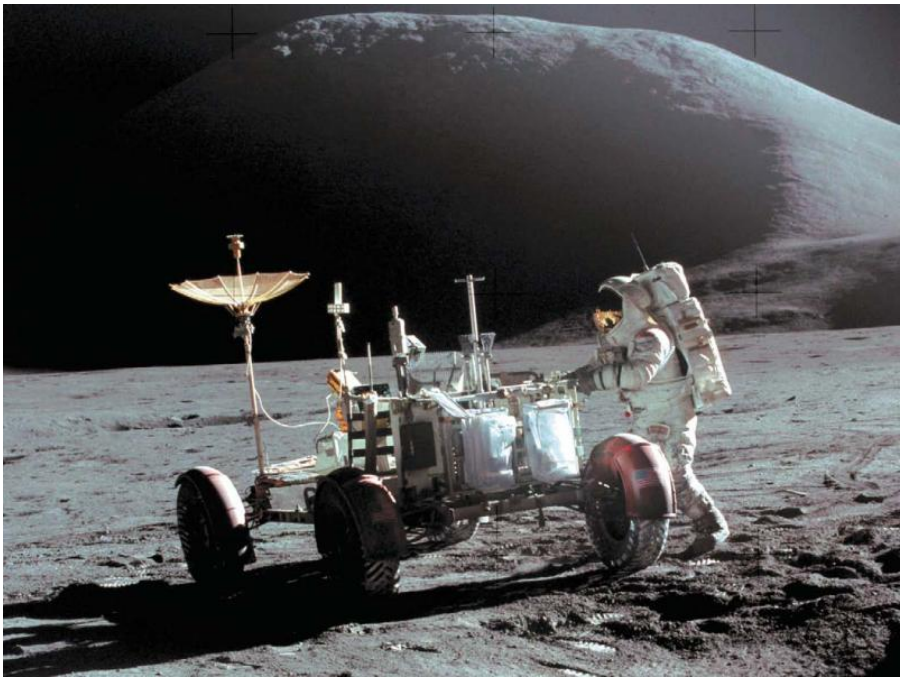
Шаттл «Дискавери» (США) вернулся на Землю из последнего полёта и готовится к транспортировке в аэрокосмический музей в Вирджинии *Фото 2012 года Уолтера Скриптунаса II/Spaceflight Now*

«Семёрка» – знаменитая ракета, созданная в СССР под руководством Королёва. Экспонат ВДНХ (Москва). *Фото Сергея Арсеньева*

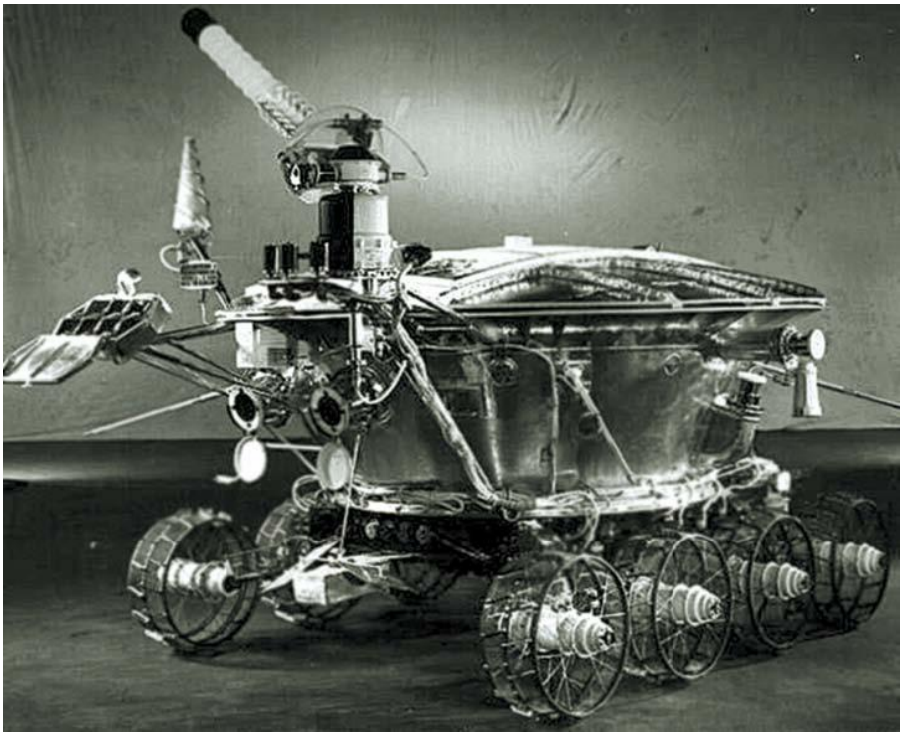


Международная станция над Землей. *Фото НАСА, сделано астронавтом шаттла «Дискавери» 7 марта 2011 года*

Ноябрь 1969 года. Астронавт Алан Бин спускается из прилунившегося модуля «Аполлона-12». *Фото НАСА*

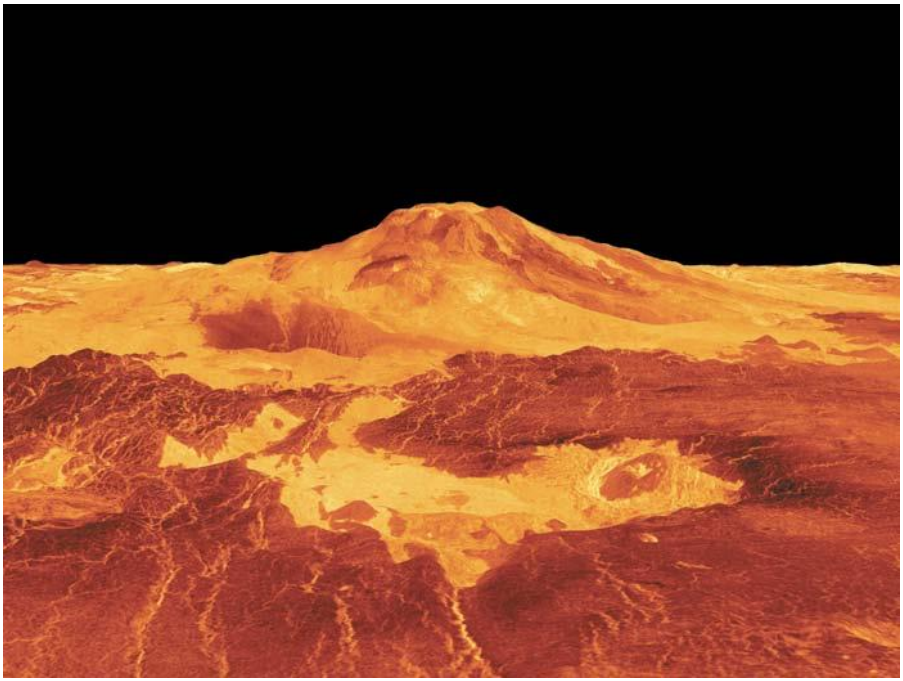


Первый автомобиль на Луне на фоне гор Гадлея. Фотограф – командир экспедиции Дэйв Скотт, водитель луномобиля – астронавт Джим Ирвин. *Фото НАСА сделано в ходе экспедиции «Аполлона-15» летом 1971 года*

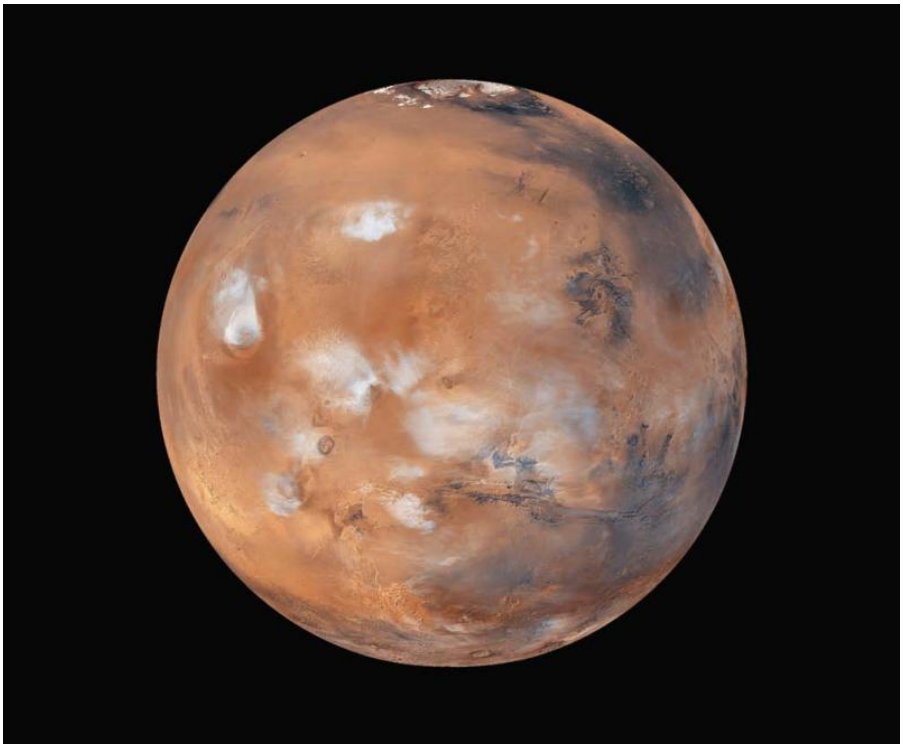


«Луноход» (СССР) – первый в мире телеуправляемый аппарат, высадившийся на другое космическое тело. *Фото из Википедии*

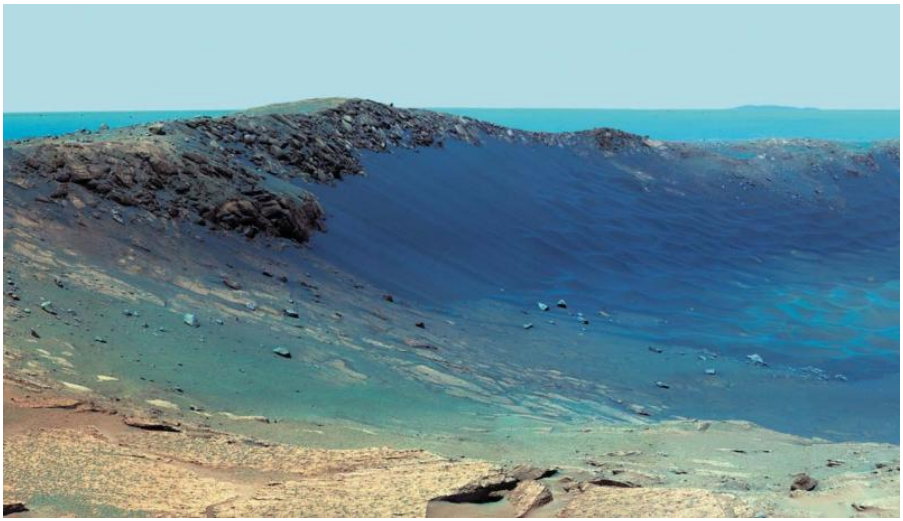
Панорама раскалённой Венеры в области Фебы. «Венера-13» впервые записала звук грома на другой планете. После 1982 года многие десятилетия ни один аппарат не садился на Венеру. *Фото «Венеры-13» (СССР), март 1982 года*



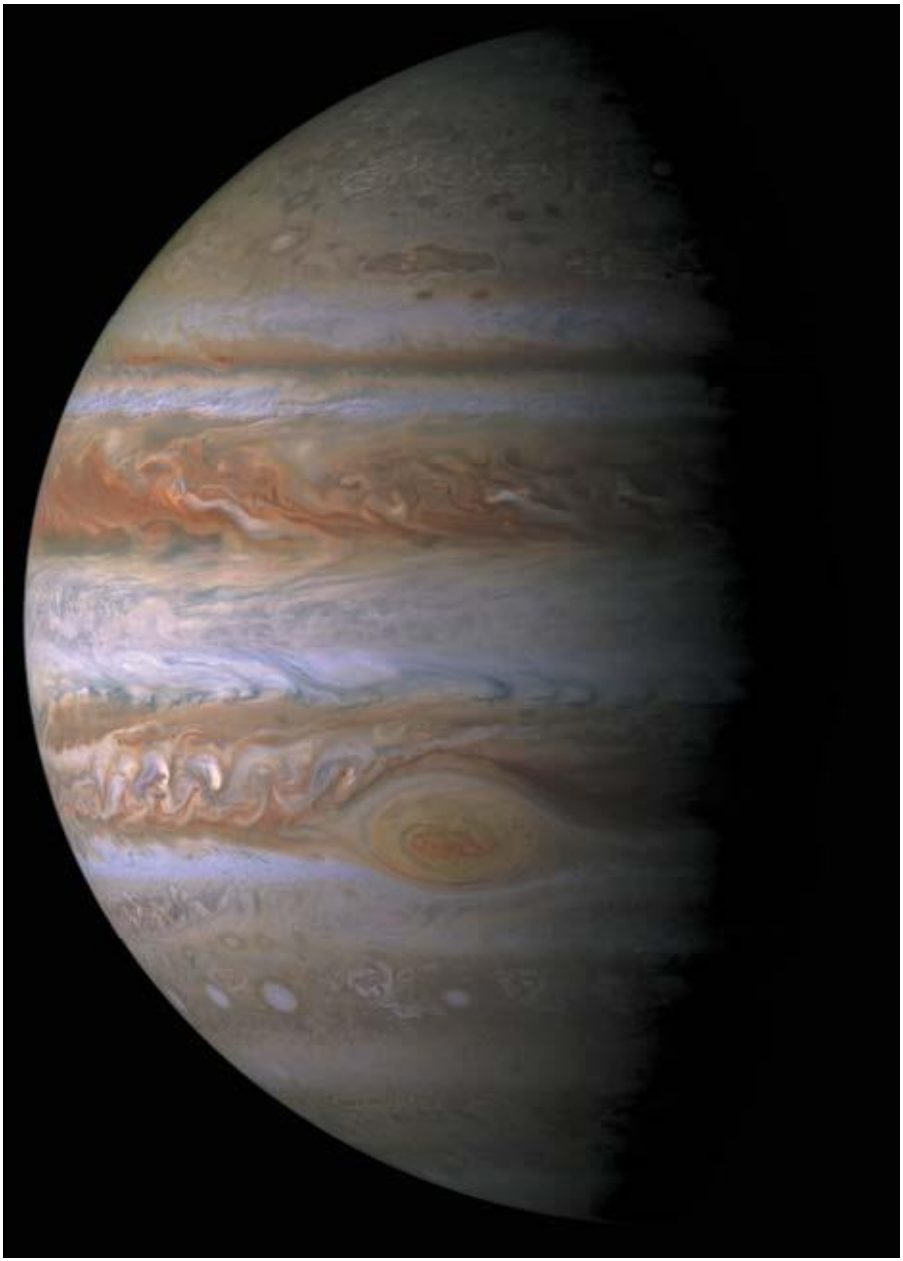
Венерианский вулкан Маат высотой 8 километров. Видны потоки лавы, растекающиеся на сотни километров. Трёхмерное изображение получено с помощью радара искусственного спутника Венеры «Магеллана» в 1996 году. *Фото НАСА/JPL*



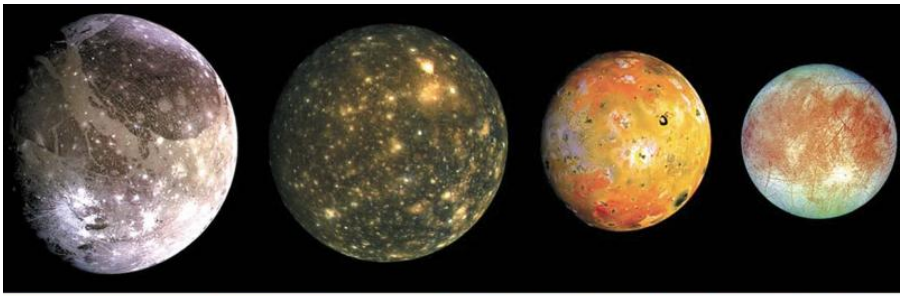
Марс с полярной шапкой и облаками. *Фото НАСА/JPL, 2011 год*

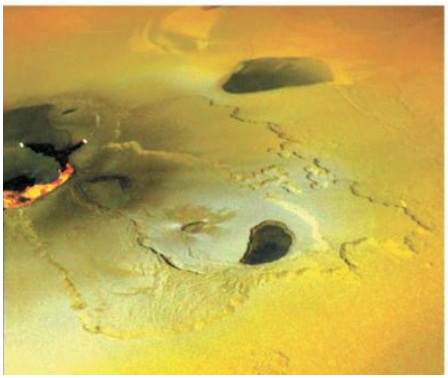


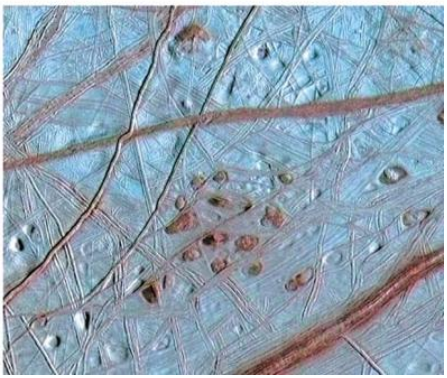
Марсианский кратер Санта-Мария. Для анализа различий в химическом составе поверхности ученые придали песку синеватый оттенок. Глядя на эту фотографию, легко поверить, что ты уже стоишь на Марсе… *Фото НАСА/JPL–Caltech/Cornell/ASU, сделано с помощью марсохода «Opportunity» в декабре 2010 года*



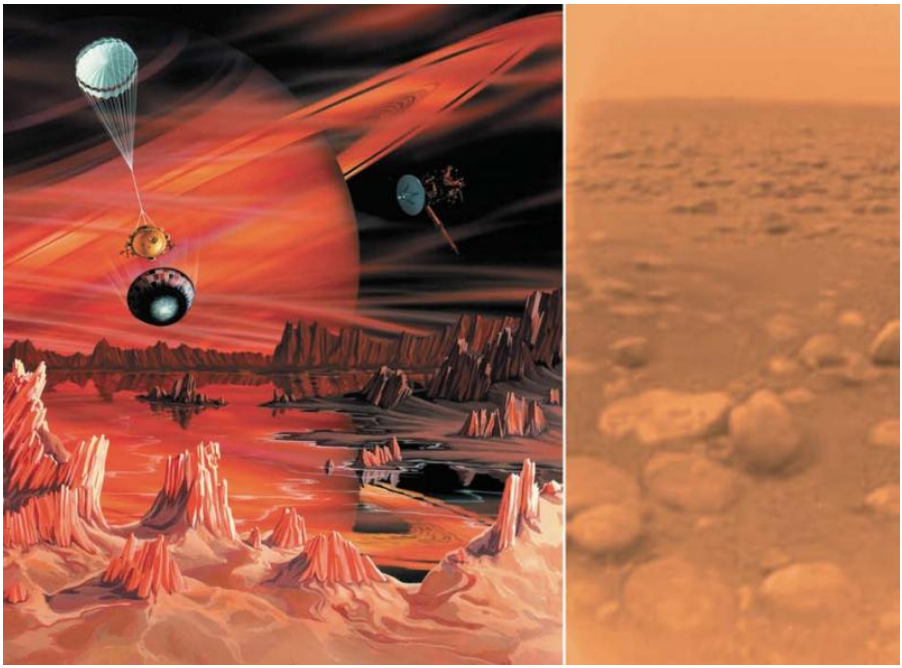
Юпитер с Большим Красным Пятном, *Фото NASA/JPL/Space Science Institute, сделано с помощью искусственного спутника Юпитера «Кассини»*



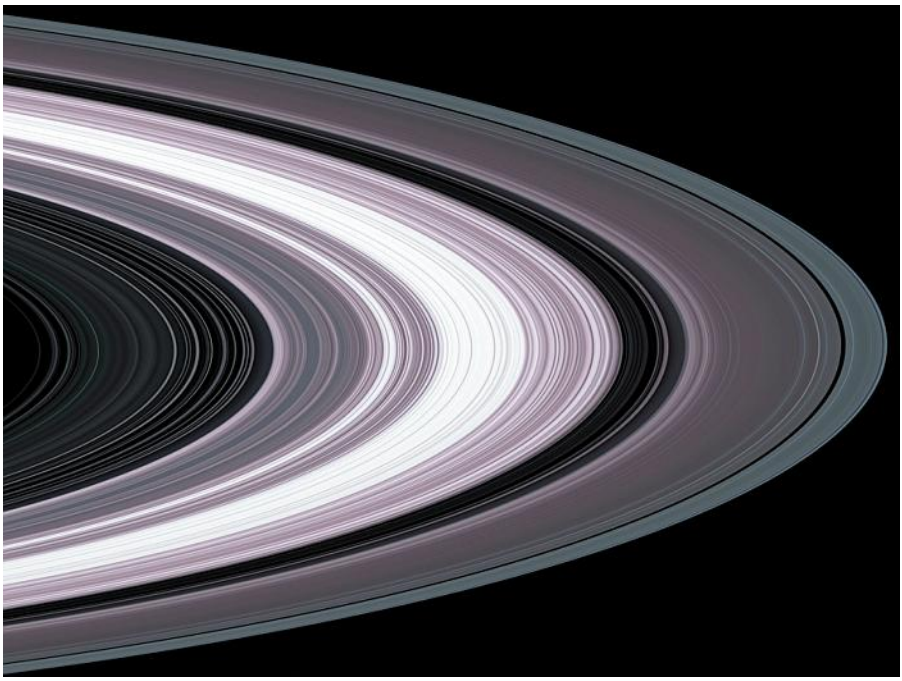




*Вверху:*четыре галилеевских спутника (слева направо, по уменьшению размера) – Ганимед, Каллисто, Ио и Европа. *Фото НАСА/JPL. Внизу слева:*извержение сернистого вулкана на Ио (область Тавштар Катена, 2000 год). Застывшая сера имеет жёлтый цвет, а расплавленная сера образует чёрные озёра. *Фото: Планетный фотожурнал НАСА. Внизу справа:*причудливые трещины в ледяном панцире Европы. Данные аппарата «Галилео», 1998 год. *Фото НАСА/JPL/Аризонского университета и Колорадского университета*

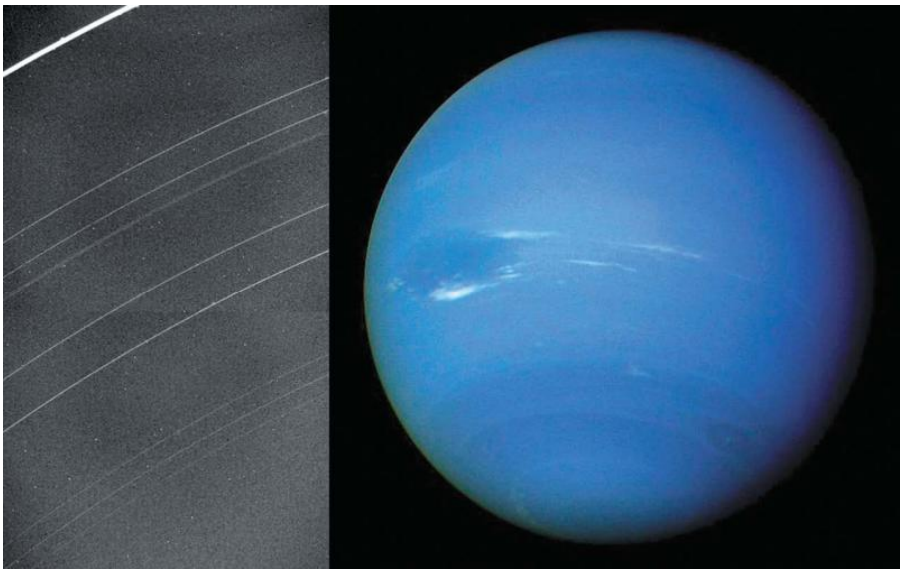


*Слева:*посадка на Титан зонда «Гюйгенс» по представлению художника *Крейга Аттебери. Справа:*Реальная поверхность Титана с точки зрения прититанившегося зонда «Гюйгенс». *Фото ESA/ NASA/JPL/Аризонского университета, сделано 14 января 2005 года*

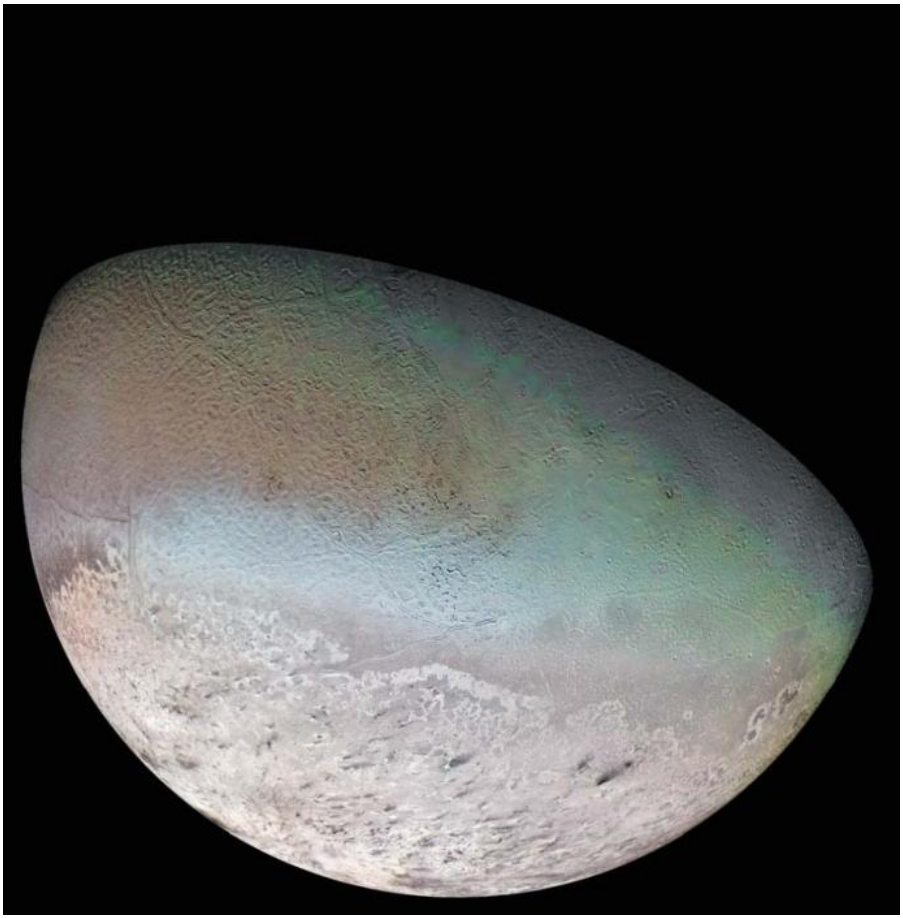


Кольца Сатурна. «Вояджеры» первыми сообщили, что

широкие кольца Сатурна расслоены на тысячи узких колечек. Сатурнианские кольца – это зашифрованная книга, в которой записана история Солнечной системы. Автору потребовалось пятнадцать лет, чтобы прочитать лишь первую страницу этой увлекательной книги… *Фото НАСА/JPL, создано по радиопросвечиванию колец аппаратом «Кассини» в 2005 году*



*Слева:*девять колец Урана, тонких, как резонасные струны гитары. *Фото «Вояджера-2», 1986 год, НАСА/JPL. Справа:*Голубой Нептун, самая дальняя планета Солнечной системы. *Фото «Вояджера-2», 1989 год, НАСА/JPL*



Крупнейший спутник Нептуна, Тритон, обладает полярной шапкой из застывшего азота, из которой весной бьют многочисленные гейзеры жидкого азота. *Фото «Вояджера-2», 1989 год, НАСА/JPL*

Так будет выглядеть ночное небо Земли через **четыре миллиарда лет**, когда Андромеда столкнётся с нашей Галактикой… Перед учёными, которые могут заглядывать на миллиарды лет в прошлое и будущее, бледнеют любые волшебники… Что произойдёт с Землей и её обитателями при столкновении галактик? Учёные этого ещё не знают. Может, это выясните вы, читатель? *Фото НАСА, ЕСА и астрономов З. Левея, ван дер Мареля и А. Меллингера*